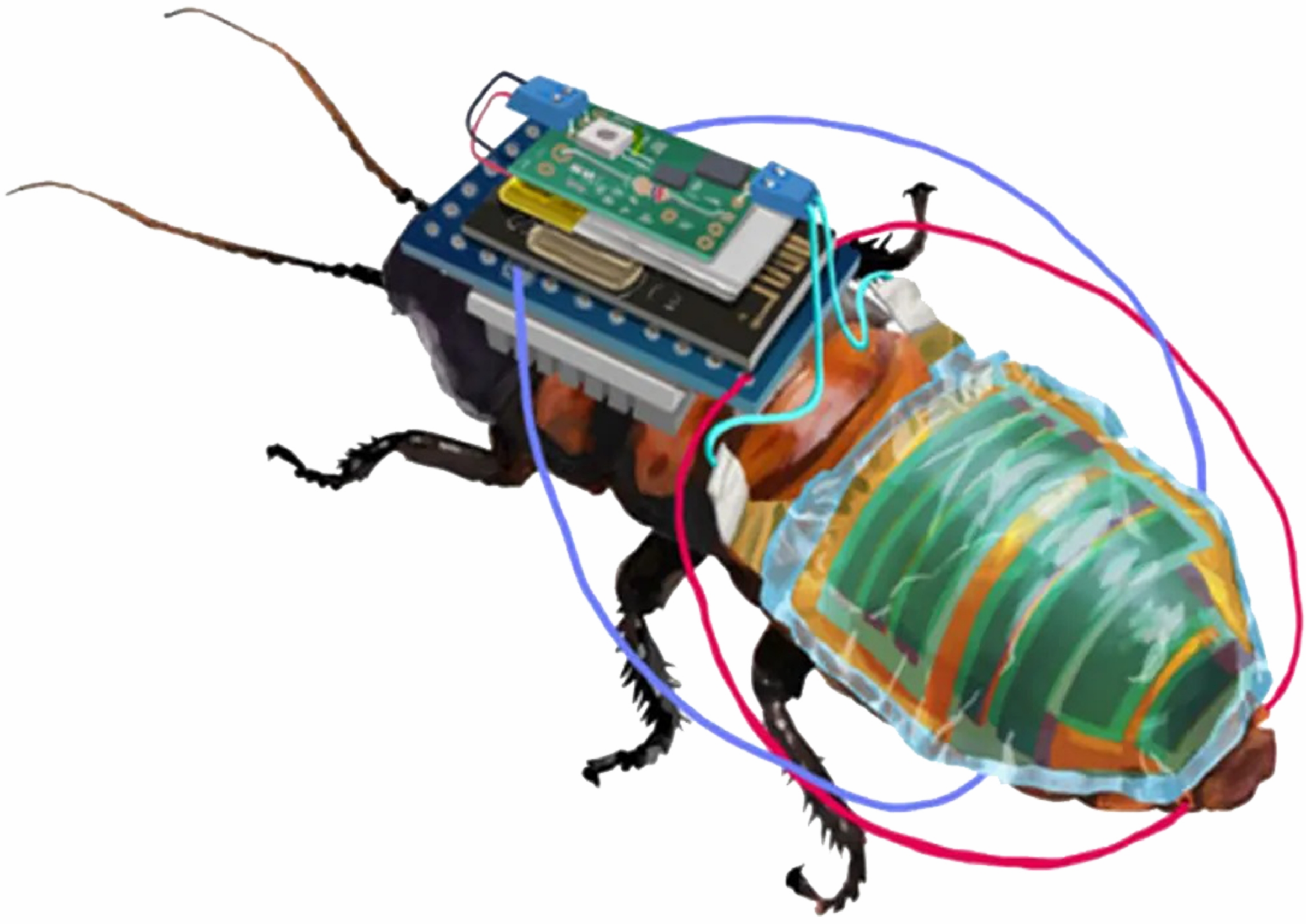
फेब्रुवारी - मार्च २०२३

शैक्षणिक संदर्भ

अंक १४०

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी





शैक्षणिक
संदर्भ
अंक १४०
फेब्रुवारी - मार्च २०२३

संपादक :
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे,
यशश्री पुणेकर, संजीवनी आफळे

मांडणी :
प्रियदर्शिनी कर्वे
मुखपृष्ठ मांडणी :
अभय ढमढेरे

पालकनीती परिवारासाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक,
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क सोसायटी,
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४.
फोन नं. २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com
web-site : www.sandarbhsociety.org

इ-पेमेंट करीता तपशील:
Sandarbh Society
Account No.: 20047006634
Bank of Maharashtra,
Mayur Colony, Pune
IFS Code: MAHB0000852

देणगीचे चेक 'संदर्भ सोसायटी'या नावे काढावेत.

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

मुखपृष्ठाविषयी

दलदल असो, बर्फाळ प्रदेश असो अथवा वाळवंट, पृथ्वीवर सगळीकडे आढळणारा, अगदी आपल्या घरातही मुक्तपणे संचार करणारा कीटक म्हणजे झुरळ. झुरळे किळसवाणी, अस्वच्छ अंधाऱ्या ठिकाणी राहाणारी आणि रोगराई पसरवणारी असतात असेच आपण मानतो. पण काही देशांमध्ये झुरळांची शेती करून त्यांचा वापर खाण्यासाठी आणि औषधांमध्ये सुद्धा केला जातो.

अशा या कोणत्याही ठिकाणी शिरू आणि जगू शकणाऱ्या झुरळांचा उपयोग जपानी शास्त्रज्ञांनी सायबोर्ग झुरळ तयार करण्यासाठी केला आहे. मादागास्कर प्रजातीच्या झुरळांच्या शरीरावर एक छोटेसे रिमोटवर चालणारे आणि सौर बॅटरीच्या साहाय्याने रिचार्ज होणारे यंत्र बसवलेले आहे. तर अमेरिकेतील हार्वर्ड येथील शास्त्रज्ञांच्या एका गटाने जमिनीवर चालणारा, पाण्याच्या पृष्ठभागावर पोहोणारा आणि पाण्याखाली सुद्धा चालणारा चिमुकला झुरळसदृश्य रोबो तयार केला आहे. ही सायबोर्ग झुरळे आणि झुरळरोबो धोकादायक क्षेत्रांचे किंवा पर्यावरणाचे निरीक्षण करण्यासाठी वापरण्यात येणार आहेत. भूकंपात ढिगाऱ्याखाली गाडल्या गेलेल्या माणसांना शोधण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या कुत्र्यांच्या ऐवजी या झुरळांचा उपयोग होऊ शकेल. मुखपृष्ठावर सायबोर्ग झुरळ आणि झुरळरोबो दिसत आहेत. अशा या झुरळांबद्दल रोचक माहिती जाणून घ्या 'झुरळ : काटकी कीटक, नाटकी कीटक' या डॉ नितीन हांडे यांनी लिहिलेल्या लेखामध्ये.

❖ मुखपृष्ठावरील चित्रे: • https://www.popularmechanics.com/technology/robots/a22026378/harvard-robotic-cockroach-walks-underwater/
•https://www.technologynetworks.com/informatics/news/robo-roach-scientists-have-created-a-remote-control-cyborg-cockroach-365385

❖ अंकातील इतर सर्व चित्रे इंटरनेटवरून साभार.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक १४० फेब्रुवारी - मार्च २०२३

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक १३९

लेख : कॉप २७ चा लेखाजोखा - भाग १ आणि २

उपयुक्त माहिती आणि सुरेख अनुवाद !

गिरीश गोखले

†††

कॉप परिषदेसंबंधीचे लेख महत्त्वाचे आहेत. आवडीने वाचत आहे. Thanks, and regards.

किरण बर्वे

---xx--

लेख : महासागरातील प्रवाह - भाग १

Dear sir/ madam,

This is interesting. We liked it. I'm waiting for its next part. Regards.

हेमलता अष्टेकर

---xx--

लेख : 'चॅटजीपीटी - कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा नवीन आविष्कार'- भाग १

अचंबित करणारी माहिती !

गिरीश गोखले

†††

Excellent series. Thanks.

सुहास सापटणेकर

†††

चॅटजीपीटी लेख वाचला. खूपच सुंदर, नाविन्यपूर्ण माहिती. माझ्यासारख्या कमी कॉंप्युटर वापरणाराल्याही समजली, आवडली. आभार.

दिलीप भगवानराव सावरकर

---xx--

लेख : श्रीलंकेचा धडा

स.न.

बऱ्याच दिवसाने संदर्भच अंक वाचला. डॉ. आनंद कर्वे यांची नेटकी आणि सोदाहरण मांडणी चांगली वाटली.

सस्नेह,

विद्या पटवर्धन

---xx--

लेख : आवाज की दुनिया

Thanks for this mail. It is very interesting. Regards.

हेमलता अष्टेकर

---xx--

I have visited the web portal, the data (earlier period) is very informative and help to get more data which can be spread among member of the society.

It will also help to start or increase the reading habit.

Regards.

प्रसाद कोडोलीकर

---xx--

शैक्षणिक संदर्भच्या इ - अंकाला आपला भरघोस प्रतिसाद मिळतो आहे त्याबद्दल धन्यवाद.

इ - अंक करताना छपाई खर्च जरी वाचला तरी डीटीपी, कार्यालयीन खर्च, लेखा परीक्षण असे अनेक खर्च आहेतच. देणगी रूपाने आपण या खर्चाचा भार उचलू शकता. त्यासाठी आपणास विनंती आहे की आपला सहभाग देणगीच्या रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवावा व हा उपक्रम सुरू ठेवण्यास सहकार्य करावे. देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.

देणगीसाठी तपशील अंकाच्या दुसऱ्या व शेवटच्या पानावर उपलब्ध आहे.

झुरळ : काटकी कीटक, नाटकी कीटक

लेखक : डॉ. नितीन हांडे



पुराणात हनुमान, बिभीषण, व्यास, कृप, अश्वत्थामा, परशुराम, बळीराजा हे सात लोक चिरंजीव मानले गेले आहेत. अर्थात पृथ्वीच्या अंतापर्यंत मानव वंशातील कोणी राहील की नाही ते माहीत नाही, झुरळ मात्र नक्की राहील. राहुल द्रविड सारखी भक्कम बचावप्रणाली असल्याने झुरळ वंश नाबाद राहण्याची शक्यता इतरांच्या तुलनेत सर्वात अधिक आहे. 'ओगी अँड द कॉकरोचेस' हे कार्टून ज्यांनी पाहिले असेल त्यांना तर पक्के माहिती असेल की आपण या झुरळांचे काहीच करू शकत नाही, त्यांचे सहअस्तित्व मान्य करूनच आपल्याला जीवन जगावे लागणार आहे.

सुमारे ३५ कोटी वर्षांपूर्वीच्या झुरळाचे जीवाश्म सापडले आहेत. म्हणजे जेव्हा डायनोसोर या पृथ्वीवर गर्जत होते, तेव्हा त्यांच्या शेजारी झुरळ आपल्या मिशा परजत होते. डायनोसोरचा अंत या झुरळांनी आपल्या डोळ्यांनी पाहिला आहे, आणि तेव्हा कदाचित ते म्हणाले देखील असतील, "हमको मिटा सके, जमाने मे वो दम नही, हमसे जमाना है, जमाने से हम नाही." हिंदी डायलॉग वरून आठवले, हिंदी भाषेत झुरळाला काय म्हणतात हे जर कोणी व्यक्ती इंटरनेट सर्चची मदत न घेता सांगेल....तर त्या व्यक्तीला हिंदी भाषेची विशेष प्रज्ञा असल्याचे जाहीर करण्यात येईल. मी तर ज्या माध्यमातून हिंदी शिकलो, त्या हिंदी सिनेमांमध्ये सर्रास कॉकरोच हाच शब्द वापरला गेला आहे. घरात पाल असेल तर झुरळं होत नाहीत. मात्र पालीला जास्त घाबरायचे की झुरळाला यावर एकमत होत नसल्याने उंदरांसाठी मांजर पाळतात, तसे झुरळांसाठी पाल पालन कोणी करत नसावेत.



चित्र स्रोत : - https://himaruwan1.medium.com/dinosaurs-vs-cockroaches-a-lesson-for-entrepreneurs-ae44045b3964

आजवर सर्वात मोठे झुरळ ६ इंच लांबीचे अमेरिकेत सापडले होते. मात्र आपल्याकडे दोन अडीच इंचापेक्षा जास्त मोठे झुरळ सहसा पाहायला मिळत नाही. या पृथ्वीवर झुरळाच्या साडेचार हजार प्रजाती आहेत. मात्र मानवाच्या संपर्कात त्यातील केवळ ३० प्रजाती येत असतात. दलदल असो, बर्फाळ प्रदेश असो अथवा वाळवंट, तुम्हाला झुरळं आढळून

येणारच. अंटार्क्टिका खंड सोडला तर पृथ्वीचा सर्व भाग या कीटकाने व्यापला आहे. जिथं त्याला मायेची ऊब मिळते, पिण्याला दोन थेंब पाणी प्रेमानं दिलं जातं , तिथं ही प्रजाती वेगाने वाढते. सिंक, बेसिन, टॉयलेटमध्ये त्यांची प्रेमकथा जोमाने बहरते. मात्र तुमचे हे भाडे न देणारे भाडेकरू उगाच तुमच्या चांगुलपणाचा फायदा घेत नाहीत. तुम्ही त्यांना फुकट राहायला देत आहात म्हणून तुमच्या सोबत हॉलमध्ये बसण्याचे धारिष्ट्य ते करणार नाहीत. ते खरं तर इतके लाजाळू असतात की शक्यतो तुमच्यासमोर यायचं टाळतात. बिचारे किचन, अडगळीची खोली यासारख्या ठिकाणी दिवसभर दडून राहतात. रात्री तुम्ही झोपला, की त्यांना काय हवे असेल ते मिळवायला बाहेर पडतात.. पाच सहा तासांत सर्व कामं आटोपून बिचारे पुन्हा अज्ञातवासात जातात. प्रसिद्धीच्या प्रकाशझोताची त्यांना अजिबात सवय नसते. त्यामुळे तुम्ही रात्री पाणी पिण्यासाठी अचानक किचनमधला दिवा लावता आणि त्यांची पळापळ सुरू होते. संकटाच्या वेळी झुरळं ताशी तीन किमी वेगाने धावू शकतात.

खाण्यापिण्याचे त्यांचे अजिबात चोचले नसतात. झुरळं बिचारी टाकाऊ अन्नपदार्थ, कागद, कापड, चामडं यासारखं जे काही मिळेल त्यात आनंद मानत असतात. कधी त्यांना गोड पदार्थ मिळाले तर खुश होतात. साखर, चीज, स्निग्ध पदार्थ, मांस हे त्यांचे आवडते खाद्य. साखरेच्या शोधात ते कधी अल्कोहोलपर्यंत जाऊन पोचतात, बिअरमध्ये आढळून येतात. मात्र झुरळं बेवडी नक्कीच नसतात.

अन्नाच्या शोधात बाहेर पडताना त्यांच्याकडून नकळत रोगराई पसरते. ते तरी काय करणार! त्यांच्या यायच्या जायच्या रस्त्यात एवढे जीवाणू विषाणू असतात, की नकळत त्यांच्या पायाला हे उपद्रवी जीव चिकटतात आणि मानवाला रोगराईचा सामना करावा

लागतो. बाकी आपल्या घरमालकाला मुद्दाम त्रास देण्याचा झुरळांचा अंतस्थ हेतू असेल असे मला तरी वाटत नाही.

काही वर्षांपूर्वी झुरळं आणि चॉकलेट याबद्दल अफवा पसरली होती. 'चॉकलेट कारखान्यात झुरळांचा उपद्रव काही केल्या कमी होत नाही, आणि चॉकलेट निर्मितीच्या प्रक्रिया यंत्रात ते जाऊन पोचतात. म्हणून भारतीय अन्नसुरक्षा आणि मानांकन प्राधिकरणाने (fssai) चॉकलेटमध्ये ठरावीक अंशापर्यंत झुरळाचा समावेश असेल याला मान्यता दिली आहे.' या आशयाची अफवा व्हॉट्सॲप विद्यापीठातील नेहमीच्या गुणवंत विद्यार्थ्यांनी जोरात पसरवली. अखेर भारतीय अन्नसुरक्षा आणि मानांकन प्राधिकरणाला जाहीर निवेदन द्यावे लागले की कोणताही अन्नपदार्थ हा कोणत्याही प्रकारच्या कीटकापासून मुक्त असला पाहिजे. कोणत्याही कीटकासाठी भारतीय अन्नसुरक्षा आणि मानांकन प्राधिकरणाने म्हणजेच fssai ने मान्यता दिली नाही. कोणीही असल्या अफवांवर विश्वास ठेऊ नये. व्हॉट्सॲप विद्यापीठाचा तापच आहे राव.

Standards for Chocolate, allowing Insects

According to FSSAI's standards, any chocolate should be free from insects and other contaminants. Any rumor stating that FSSAI has permitted insects in chocolate manufacturing process, are false.

Regulation 2.7.4 of FSS (Food Product Standards and Food Additives) Regulations 2011 specifies quality standards for Chocolate and its types. Further, sub-regulation 3 of this 2.7.4: chocolate standard clearly specifies that the material shall be free from rancidity or off odour, insect and fungus infestation, filth, adulterants and any harmful or injurious matter.

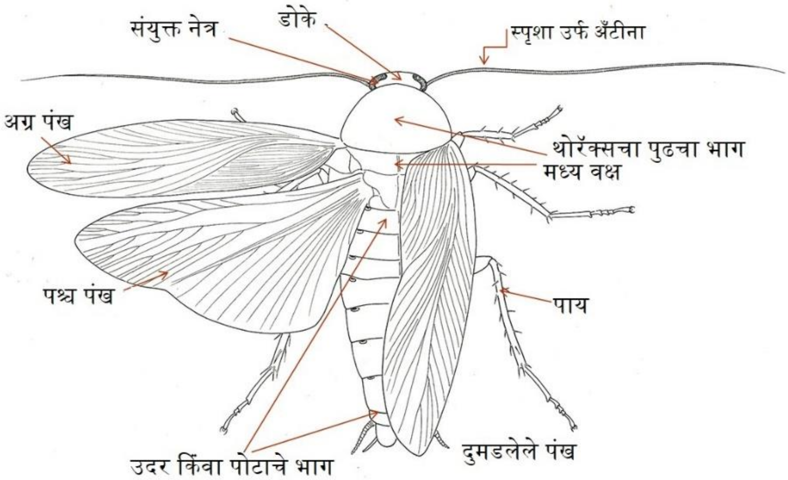
Complete food standards on chocolate in India can be found at www.fssai.gov.in

'मेन इन ब्लॅक' हा सिनेमा कुणी पाहिला असेल तर त्यातील एक प्रसंग आठवेल. एक एलियन झुरळ एका मानवाला मारते आणि त्याची कातडी पांघरून स्वतः माणूस असल्याचे भासवते. हॉलिवूडचे जाऊ द्या, ते काय पण दाखवतील. आपल्या परळी वैजनाथमध्ये देखील झुरळे गोपीनाथ नावाचा देव आहे. तीनशे वर्षांपूर्वी बांधलेल्या या मंदिरात झुरळ म्हणजे गोपिकांचे रूप समजले जाते. बाराही महिने विष्णूच्या मूर्तीभोवती झुरळं



असतात, त्यांचे भाविक मनोभावे दर्शन घेतात. ओडिशामधील काही गावात देखील झुरळं पवित्र आणि शकुनी मानली जातात. आपल्याकडे लोकांना झुरळाची किळस वाटते, तिकडे चीनमध्ये मात्र तळलेली झुरळे ही प्रथिनयुक्त डिश लोकप्रिय आहे. शिवाय तिकडे झुरळांची लोणची देखील घातली जातात.

झुरळांच्या चपट्या अंडाकार शरीराचे डोके, वक्ष व उदर असे तीन भाग असतात. 'डोके' या भागामध्ये डोळे आणि त्याचे दोन अँटीना असतात, जे आपल्याला मिशा वाटतात. या स्पृशा उर्फ अँटीना मधूनच त्यांना गंध, स्पर्श, ध्वनी यांचे ज्ञान होत असते. त्यांच्या छातीचे तीन भाग असतात आणि त्यावर



प्रत्येकी दोन असे सहा पाय असतात आणि त्यावर काटेकाटे असतात. झुरळं टेन पॅक ॲब्जवाले असतात, त्याच्या पोटावर दहा घड्या सहज दिसतात. शाहरुखला देखील ठसका लागेल असे त्यांचे वळीदार पोट असते.

पटकी, कावीळ, पोलिओ, क्षय आणि विषमज्वर यांसारखे रोग झुरळं पसरवत असतात. ते आपल्या घाणीतील जीवाणू विषाणू आणतातच, शिवाय झुरळांची लाळ आणि विष्टादेखील रोगांची प्रसारक ठरू शकते. ज्याप्रमाणे एखादा सच्चाप्रेमी आयुष्यात एकदा केलेल्या प्रेमाची आठवण आयुष्यभर ठेवतो, (आजच्या काळात तसे हे दुर्मीळच), त्याचप्रमाणे झुरळाची मादी, झुरळी देखील आयुष्यात एकदाच झालेल्या मिलनाची आठवण ठेवत आयुष्यभर अंडी घालते. झुरळाच्या वसाहतीत तुम्हाला मटकीचे दाणे सदृश्य काही तरी दिसले असेल, ती झुरळीची अंडपेटी असते. दर पंचवीस दिवसांनंतर ही अंडपेटी तयार होते, दोन दिवस झुरळीच्या पोटापाशी चिकटून राहते, नंतर बाजूला होते. त्यानंतर चाळीस दिवसानंतर ही पेटी फुटून त्यातून सोळा पिल्ले जन्माला येतात. झुरळी आपल्या आयुष्यात सरासरी दहा वेळा अशी पेटी टाकते. म्हणजे एका झुरळीला सरासरी १६० पिल्ले होतात. झुरळं देखील कात टाकतात, प्रौढावस्थेत येईपर्यंत झुरळं साधारण दहा बारा वेळा कात टाकतात. जर तुम्ही इतर एखाद्या किड्याची मिशी भादरली, तर ती जिंदगीत पुन्हा कधी उगवणार नाही. मात्र झुरळांची मिशी किंवा पाय तुटला तर कालांतराने तो पुन्हा उगवू शकतो. झुरळांच्या या गुणाची मानवाने गांभीर्याने दखल घेतली असून त्यापासून काही औषधे बनवण्याचा प्रयत्न सुरू आहे. म्हणजे तुटलेला अवयव परत उगवेल. तसा औषधनिर्मितीमध्ये झुरळाचा वापर आधीपासून सुरू आहेच. त्यामुळेच चीनमध्ये झुरळपालन केलं जातं.

झुरळांचा फार्म हा अतिशय फायदेशीर व्यावसायिक ठरू शकतो कारण कचऱ्यावर देखील ही पैदास जगू शकते. ही पैदास आजारी देखील पडत नाही. त्यांना विषारी पदार्थ ओळखण्याचे ज्ञान आनुवंशिकरित्या मिळत असते. थोडक्यात त्यांचा मृत्यूदर अतिशय अल्प असतो. झुरळाचे आयुर्मान सरासरी एक वर्ष असते. मात्र या एका वर्षात एका झुरळीपासून तिची पिल्ली, पुढे पिल्लांची पिल्ली असे तीन लाखांचे उत्पादन निघू शकते. म्हणजे या धंद्यात पैसाच पैसा आहे.



चीनमध्ये स्वयंपाकघरातील कचऱ्यावर झुरळांची शेती केली जाते. अशा पोसलेल्या झुरळांपासून डुकरे आणि इतर पाळीव प्राण्यांसाठी प्रथिनयुक्त अन्न मिळते. शिवाय झुरळांच्या अर्कापासून तोंड आणि आतड्यातील व्रण, त्वचेवरील जखमा आणि पोटाचा कर्करोग यांसाठी औषधे तयार केली जातात. तसेच सौंदर्यप्रसाधनांमध्येही झुरळांचा उपयोग केला जातो. चित्र स्रोत :- https://www.businessinsider.com/chinese-city-feeds-cockroaches-kitchen-waste-2018-12?IR=T

'डोकं उडवलं तरी धड लढत राहिलं' अशा कथा आपण अनेक वीरांबद्दल ऐकल्या असतील, त्या केवळ दंतकथाच असतात, प्रत्यक्षात ते शक्य नाही. मात्र डोकं उडवलं तरी झुरळ नऊ दिवस जगू शकतं, कारण त्याची श्वासप्रणाली डोक्यात नसते. तसेच त्याच्याकडे रक्ताभिसरण करायला हृदय नसतं, त्यामुळे अतिरिक्त रक्तस्राव झाला म्हणून मरण्याची शक्यता झुरळांमध्ये नसते. एकदा अन्न खाल्लं की पुढचा एक महिना ते काही न खातापिता काढू शकते.

झुरळांचा सर्वात मोठा धोका हा आहे, की ती मानवाच्या शरीरात नाकातोंडावाटे जाऊ शकतात. त्यांना तुम्ही पाण्यामध्ये टाकलं तरी ती ४५ मिनिटं जगू शकतात, कारण त्यांना एकदा श्वास घेतला की पुन्हा ऑक्सीजनची गरज ४५ मिनिटांनंतर लागते. म्हणजे मेल्याचे नाटक झुरळं अगदी उत्तम वठवू शकतात. झुरळांबद्दल अफवा पसरवली जाते की अणुबॉम्ब फोडला तर सर्व प्राणी मरतील, मात्र झुरळं जिवंत राहतील. अर्थात ही अफवा असली, तरी झुरळांची किरणोत्साराला सामोरे जाण्याची क्षमता मानवापेक्षा पंधरापट अधिक असते.

झुरळांना एक विशेष देणगी मिळाली आहे, तुम्ही हात जरी हलवला तरी त्यांना समजते कारण तुमच्या हाताच्या हालचालीतून तयार झालेला हवेचा अगदी नाजूक झोत देखील त्यांना समजतो. मग काय.. झुरळराव पलायन करायला तयार असतात. ज्या दिशेने हवा आली त्याच्या विरुद्ध दिशेला ते पळ काढतात. आपण त्यांच्या मागे लागलो, तर अगदी दीड मिलिमीटर एवढ्या बारीक सापटीतून देखील ती पलीकडे निघून जातात. मानवाची किंवा मुंगीची संग्राह्यवृत्ती त्यांच्यात नसते. बिचारे, पार्टीची सोय झाली तर तिथे जमेल तेवढे खातात, घरी काही घेऊन जात नाहीत.

झुरळांचा समावेश संधीपादवर्गात होतो. मानवाने रोबोट बनवताना या संधीपाद प्राण्यांची नक्कल केलेली आहे. झुरळांच्या पायावर असलेल्या काट्यांमुळे त्यांना कोणत्याही पृष्ठभागावर पकड मिळवण्यासाठी मदत होते. पायावर छोटी छोटी नखे पण असतात बरं का.. झुरळांना चार पंख असतात, पण त्यांच्यात उडायचा उत्साह क्वचितच दिसून येतो. त्यांना पंखाचा वापर हल्ल्याच्या वेळी चिलखत म्हणून जास्त होतो. झुरळांची सांकेतिक भाषा असते, ज्यात रसायने वापरलेली असतात. प्रेम, भीती, खाऊचा अड्डा

इत्यादी बाबी समोरच्या झुरळाला सांगताना झुरळं स्वत:ची लाळ आणि विष्ठा यांचा वापर करतात. अनेकवेळा असा गैरसमज असतो की घरात घाण असेल तरच झुरळं होतात. मात्र असे नाही. उबदार वातावरण आणि पाण्याची सोय एवढे निकष झुरळांसाठी पुरेसे असतात. तुमच्या घरात एक झुरळ दिसले तरी समजून जा इथे झुरळांची वसाहत असणार आहे. कारण झुरळ कधीही एकटे राहत नाही, झुंडीमध्ये राहतं. नवीन वसाहत करणे यासारख्या बाबींचा निर्णय झुरळांमध्ये सामूहिकरित्या घेतला जातो. कुणा एकाची हुकूमशाही चालत नाही.

सगळीच झुरळं काही वाईट नसतात, झुरळं नसतील तर जंगलाचे संतुलन बिघडून जाईल, कारण झुरळं ही जंगलातील स्वच्छताकर्मी असतात. मेलेले पशूपक्षी खाऊन त्यांची विल्हेवाट लावत असतात. आणि झुरळांच्या विष्ठेतून वृक्षांसाठी खत तयार होत असतं. शहरात देखील आपल्या माघारी झुरळं हेच काम करत असतात. चला बाबा.. हे झुरळपुराण आटोपते घेतो..लयच वेळ घेतला राव मी, तुमचा पण आणि माझा पण..

मूळ ब्लॉगची लिंक : https://drnitinhande.in/blog/

§§§

लेखक : **डॉ. नितीन हांडे**, अंधश्रध्दा निर्मूलन समिती कार्यकर्ता, 'ज्ञानाचा प्रवाहो चालीला' पुस्तकाचे सहलेखक, 'डावकिनाचा रिच्या' या टोपणनावाने ब्लॉग लिहितात.

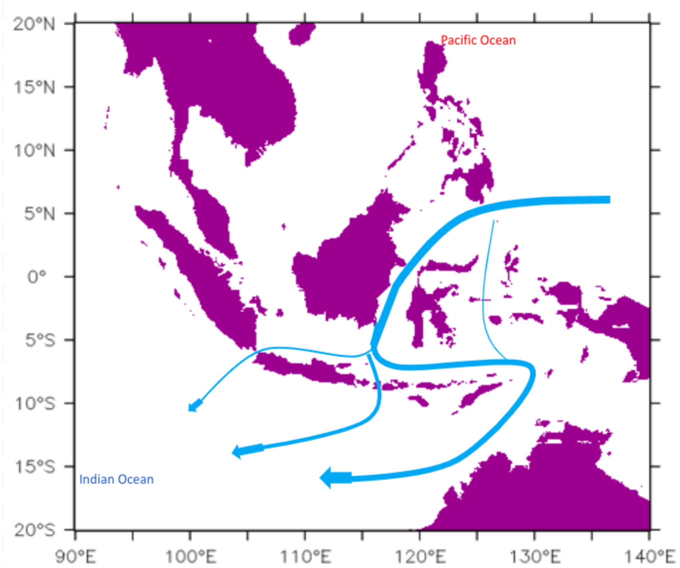
इ-मेल : dr.nitin.hande@gmail.com

(कळीचे शब्द : संधीपाद, झुरळाची शरीररचना, झुरळाचे अन्न, झुरळाद्वारे पसरणारी रोगराई, झुरळं आणि चॉकलेट, झुरळांची शेती)

इंडोनेशियन प्रवाह : भारतीय मान्सूनवर परिणाम करणारी महासागरातील नदी

लेखक : डॉ. विवेक शिळीमकर

हवामान हा जगभरात सर्वाधिक चर्चिला जाणारा आणि मागोवा घेतला जाणारा विषय आहे. एल निनो - ला निना सारख्या अनेक हवामानविषयक घटनांचे परिणाम जगभरात प्रसिद्ध आहेत. एल निनो - ला नीना भारतासाठी महत्त्वपूर्ण आहेत कारण त्यांचा मान्सून हंगामातील पावसावर आणि अखेरीस, नदीतील जलस्रोतांवर आणि शेतीच्या उत्पन्नावर परिणाम



आकृती क्र. १: इंडोनेशियाचा प्रवाह जिथून वाहतो तो प्रदेश

होतो. पावसाचा नदीतील जलस्रोतांवर परिणाम होतो हा सामान्य समज आहे. तथापि, ही अशा एका नदीची कथा आहे जी भारतातील पावसाळ्यात पडणाऱ्या पावसावर परिणाम करू शकते. ही नदी जमिनीवर वाहत नसून महासागरात वाहते आणि ती तुम्हाला माहीत असलेल्या कोणत्याही नदीपेक्षा हजारो पट मोठी आहे.

नमस्ते सामान्य माणसा! मी इंडोनेशियन प्रवाह आहे; तू मला ITF (Indonesian Throughflow) म्हणू शकतोस.

सामान्य माणूस: इंडोनेशियन प्रवाह?! हे कोणत्या प्रकारचे नाव आहे?

ITF : मला हे नाव देण्यात आले कारण नद्या जशा जमिनीवर उंचावरून सपाटीकडे वाहतात तसाच मी प्रशांत (Pacific) आणि हिंद (Indian) महासागरांच्या समुद्र पातळीतील फरकामुळे प्रशांत महासागरातून हिंद महासागरात इंडोनेशियाच्या बेटांमधून वाहतो. पॅसिफिक म्हणजेच प्रशांत महासागर माझ्या ईशान्येला आहे, तिथे प्रशांत महासागरातील व्यापारी वाऱ्यांमुळे महासागराची पातळी नेहमीच माझ्या नेऋत्येला असलेल्या हिंद महासागरापेक्षा जास्त असते. या दोन महासागरांच्या पातळीतील फरकामुळे पृथ्वीच्या उष्णकटिबंधीय प्रदेशातील पाण्याचे सर्वात मोठ्या प्रमाणात हस्तांतरण होते आणि माझा म्हणजेच इंडोनेशियन प्रवाहाचा जन्म होतो.

समुद्रातील एक नदी

सामान्य माणूस: तू किती मोठा आहेस? प्रशांत महासागरातून हिंद महासागरात तू किती क्युसेक किंवा गॅलन पाणी हस्तांतरित करतोस?

ITF : मी इतक्या मोठ्या प्रमाणात पाणी हस्तांतरित करतो की तुमची क्युसेक (१ क्युसेक म्हणजे १ क्यूबिक फूट प्रति सेकंद वाहणारे पाणी. २८.३२ लिटर प्रति सेकंद) आणि गॅलन (१ गॅलन म्हणजे 3.७८५४१ लिटर इतके पाणी) ही पारंपरिक मापे फार लहान पडतात. जर तुम्ही या मोजमापांचा वापर केलात तर तुम्हाला माझी विशालता सहजासहजी समजणार नाही. म्हणून, शास्त्रज्ञ हॅराल्ड स्वरडूपने त्याच्या नावावरून एक युनिट शोधून काढले, (Sverdrup) स्वेरडूप, म्हणजे ‘दशलक्ष घनमीटर प्रति सेकंद.’

मला माहीत आहे की तुला समजत नाहीये; मी तुला ‘स्वेरडूप’ म्हणजे काय हे समजावून सांगतो. १०० मीटर रुंद, १० मीटर खोल आणि २ मीटर प्रति सेकंद वेगाने वाहणाऱ्या नदीची कल्पना करा. पुण्याच्या गरवारे कॉलेजजवळ मुठा नदीचे पात्र साधारण याच आकाराचे आहे. आता, अशा ५०० नद्या एकत्र करा - त्या सर्व ५०० नद्या मिळून एक स्वेरडूप(Sv) होते आणि माझा आकार १८-२२ स्वेरडूप आहे. म्हणजेच मी प्रशांत महासागरातून हिंदी महासागरात मुठा नदीसारख्या १०,००० नद्यांची वाहतूक करतो.



आकृती क्र. २: पुण्यातील मुठा नदी. पिवळ्या रंगाची पट्टी १०० मीटर रुंद अंतर दर्शवते.

तथापि, मी पृथ्वीवरील सर्व महासागरांचा फक्त एक अंश आहे. मला आशा आहे की किमान पृथ्वीवर तू किती नगण्य आहेस याचा अंदाज तुला आला असेल.

सामान्य माणूस: अरे बापरे! मी अनेकवेळा महासागर पाहिला आहे, पण या दृष्टीकोनातून मी कधीच पाहिला नव्हता. समुद्राची विशालता मी कधी समजून घेऊ शकेन का ते मला माहीत नाही.

भारतीय मान्सून पाऊस आणि मी

ITF: असो, मी हिंद महासागरात सुमारे २०Sv पाणी वाहून नेत असताना, हिंद महासागराची क्षारता कमी करतो आणि तापमान वाढवतो, यामुळे भारतात मान्सूनमध्ये पडणाऱ्या पावसावर परिणाम होऊ शकतो.

जरी पाण्याच्या प्रवाहाचे प्रमाण सुमारे २० Sv असले, तरी माझा प्रवाह कमी जास्त होत असतो. माझा प्रवाह सरासरीपेक्षा अधिक असताना, दक्षिण हिंद महासागराची क्षारता सरासरीपेक्षा कमी होते आणि तापमान वाढते, परिणामी दक्षिण हिंद महासागरात अधिक बाष्पीभवन होते आणि वातावरणाचा दाब कमी होतो. या उलट परिणाम प्रवाहाचे प्रमाण कमी असताना असतो.

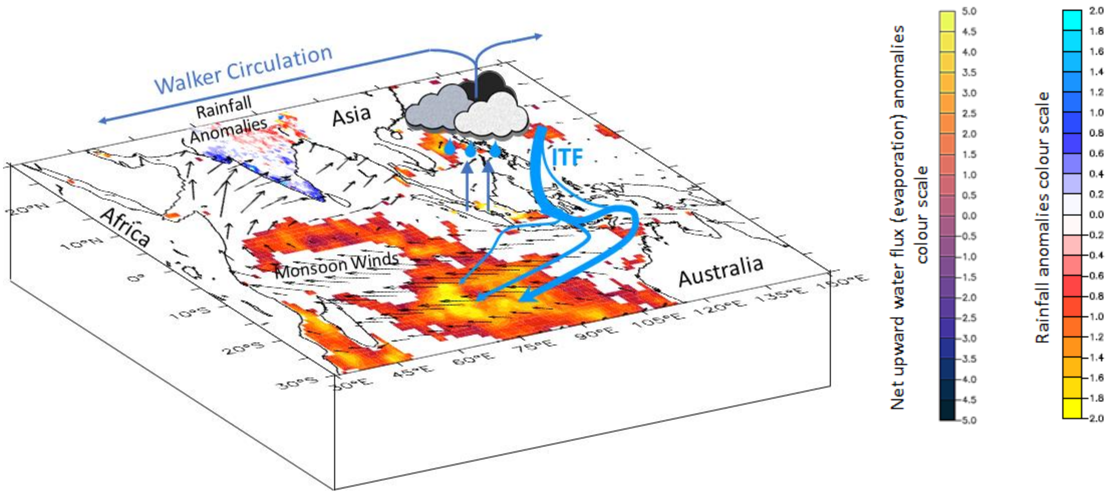
सामान्य माणूस : अच्छा, मला वाटतंय की मला हे समजले आहे, पण त्याचा भारतीय मान्सूनच्या पावसावर कसा परिणाम होतो?

ITF: चांगला प्रश्न आहे. भारतावर पाऊस पाडणारे वारे दक्षिण हिंद महासागरात उगम पावतात. ते दक्षिण हिंद महासागरातून बाष्प वाहून नेतात आणि ते बाष्प पावसाच्या रूपात भारताच्या पश्चिम भागावर / पश्चिम घाटावर पडते. त्यामुळे, जेव्हा माझा प्रवाह सरासरीपेक्षा जास्त असतो, तेव्हा पाण्याचे बाष्पीभवन जास्त होते, परिणामी हवेत सरासरीपेक्षा जास्त

आर्द्रता असते आणि त्यामुळे भारताच्या पश्चिम भागात सरासरीपेक्षा जास्त पाऊस पडतो. याउलट, सरासरीपेक्षा कमी प्रवाहामुळे भारताच्या पश्चिम भागात सरासरीपेक्षा कमी पाऊस पडतो. मी हे पुढे समजावून स्पष्ट करतो.

माझा सरासरीपेक्षा जास्त आणि कमी प्रवाह, पश्चिमी प्रशांत आणि पूर्वीय हिंदी महासागरांच्या पातळीतील फरकावर अवलंबून असतो. महासागरांच्या पातळीतील फरक जितका मोठा असेल तितका माझा प्रवाह वाढतो. प्रशांत व हिंदी महासागरातील समुद्री पातळीतील फरकामध्ये दरवर्षी लक्षणीय बदल होत नाही. परंतु, दहा वर्षांच्या काळात या दोन महासागरांच्या पातळीमधे लक्षणीय बदल होतो. हिंदी महासागरातील समुद्राच्या पातळीत आंतर-दशकीय काळात फारच कमी बदल होतो, त्यामुळे दोन महासागरांच्या पातळीतील फरक हा फक्त प्रशांत महासागराची पातळी नियंत्रित करतो. असंही म्हणता येईल की माझा आंतर-दशकीय काळात कमी-जास्त होणारा प्रवाह फक्त प्रशांत महासागरावर अवलंबून आहे.

२००५ ते २०१५ या दशकात पश्चिम प्रशांत महासागराची पातळी लक्षणीयरित्या जास्त असल्यामुळे माझा प्रवाह सरासरीपेक्षा जास्त होता. याच कालावधीमध्ये भारताच्या पश्चिमी भागातील पावसाच्या नोंदी सरासरीपेक्षा जास्त पाऊस दर्शवितात. हा काळ माझ्या वरील स्पष्टीकरणाचे समर्थन देखील करतो. सध्याच्या दशकात प्रशांत महासागराची समुद्र पातळी सरासरीपेक्षा कमी असेल असा अंदाज आहे. त्यामुळे माझा प्रवाह कमी होईल. परिणामी भारताच्या पश्चिमी भागात सरासरीपेक्षा कमी पाऊस होईल असे मला वाटते.



आकृती क्र. ३ : हिंदी महासागरातील बाष्पीभवनात आणि भारतात पडणाऱ्या पावसात २००५ ते २०१५ या दशकात झालेला बदल. समुद्रातील बाष्पीभवनात आणि भारतावरील पर्जन्यात झालेल्या बदलाची तीव्रता आकृती शेजारील मोजपट्टीवरून लक्षात येईल.

भविष्यातील अंदाज

सामान्य माणूस: एक गोष्ट चांगली आहे की आंतर-दशकीय काळात तुझ्या प्रवाहांमध्ये होणारा बदल चांगल्या प्रकारे समजला आहे आणि त्याचा उपयोग करून भारताच्या मान्सूनमध्ये पडणाऱ्या पावसाचा अंदाज लावता येऊ शकतो.

ITF: अरे! तो विचार तिथेच थांबव. भारतात पावसाळ्यात पडणारा पाऊस आणि माझ्यातील सध्याचे नाते मानवाला समजले असले तरी भविष्यात हे नाते बदलेल. शास्त्रज्ञ बराच काळ माझा अभ्यास करत आहेत आणि हवामानाचा भविष्यातील अंदाज असे दर्शवितो की हिंदी महासागराच्या पातळीतील आंतर-दशकीय बदलामध्ये लक्षणीय वाढ होईल. त्यामुळे हिंदी महासागराच्या पातळीचे, दोन महासागरांच्या भिन्नतेमध्ये असणारे योगदान वाढेल. हिंदी महासागराच्या पातळीत आंतर-दशकीय काळात होणाऱ्या बदलामध्ये

होणारी वाढ ही वैज्ञानिक समुदायासाठी नवीन असेल. या बरोबर माझ्यामध्ये आंतर-दशकीय काळात होणारा बदल आणखी गुंतागुंतीचा होईल आणि माझा अंदाज करणे आव्हानात्मक होईल.

सामान्य माणूस: मला वाटत होते की भारतीय पर्जन्यमानाचा अंदाज करणे आता अधिक अचूक होत आहे, पण तू माझी निराशा केलीस.

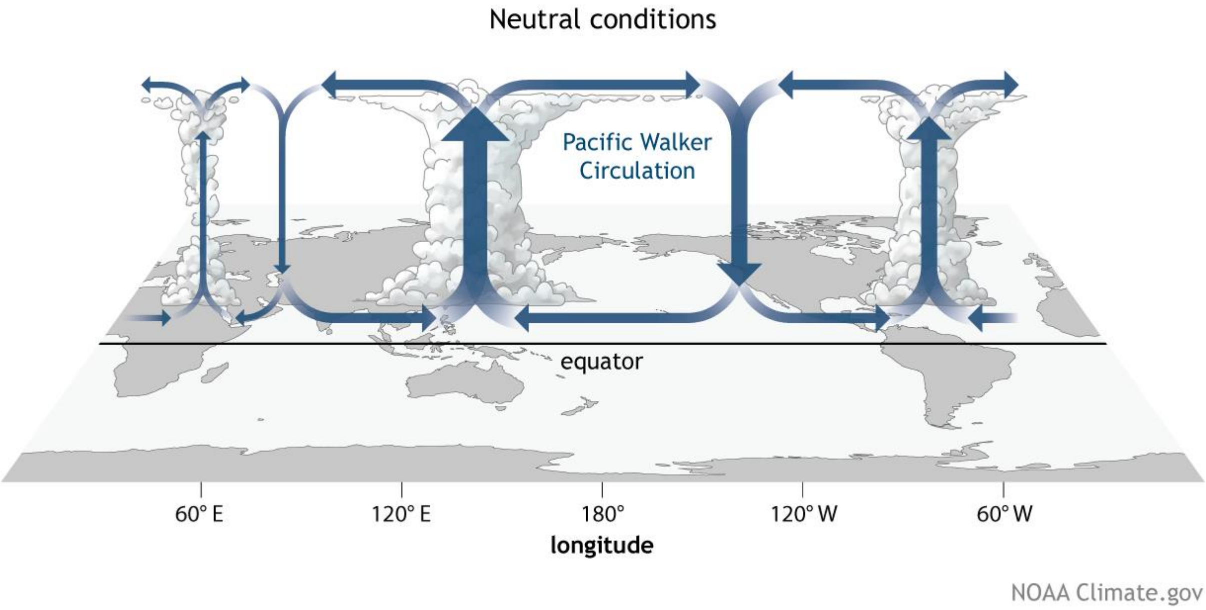
ITF: कारण हवामानातील परस्परसंवाद अत्यंत क्लिष्ट आणि गुंतागुंतीचे आहेत. भविष्यातील हिंदी महासागराच्या पातळीतील बदलामध्ये होणारी वाढ हा त्यातील एक मुद्दा आहे आणि यासाठी काही प्रमाणात मानव जबाबदार आहे.

सामान्य माणूस: मला समजले की हा विषय कुठे चालला आहे ते. आता तू म्हणशील या सगळ्याला ग्लोबल वॉर्मिंग (जागतिक तापमानवाढ) जबाबदार आहे.

ITF: मला समजतंय की तू हे तिरकसपणे बोलतो आहेस, परंतु खरोखर हे बदल जागतिक तापमानवाढीमुळे होत आहेत. जागतिक तापमानवाढीमुळे तपांबरातील (Troposphere) हवा अधिक गरम होते, परिणामी वॉकर अभिसरणाचा वेग कमी होतो.

वॉकर अभिसरणाला वॉकर सेल म्हणूनही ओळखले जाते. हा हवेच्या अभिसरणाचा एक आकृतीबंध (मॉडेल) आहे. पृथ्वीच्या विषुववृत्तीय प्रदेशातील असमान तापमानामुळे हे अभिसरण घडून येते. १९३० च्या दशकात या आकृतीबंधाचा अभ्यास करणाऱ्या गिल्बर्ट वॉकरच्या नावावरून हे नाव देण्यात आले आहे. उष्णकटिबंधीय पॅसिफिक ओलांडून

वाहणारे व्यापारी वारे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतात. हवा पश्चिम पॅसिफिकच्या उबदार पाण्यामुळे हलकी होते व वर जाते, उंचावरून पूर्वेकडे वाहते आणि पूर्व पॅसिफिकवर खाली उतरते. वॉकरचे अभिसरण हिंद महासागरावर देखील होते. मात्र ते उलट दिशेने आणि कमकुवत प्रमाणात होते. हिंदी महासागरातील वॉकर अभिसरणाचा कमी होणारा वेग, पूर्वीय हिंदी महासागरातील तापनत (thermocline) उथळ करेल. त्यामुळे हिंदी महासागरावरील वातावरणात बदल होतील आणि परिणामी हिंदी महासागराच्या पातळीतील बदलात वाढ होईल.



आकृती क्र. ४ : प्रशांत आणि हिंदी महासागरावर होणाऱ्या वॉकर अभिसरणाचा साधारण आराखडा

चांगली गोष्ट अशी आहे की शास्त्रज्ञांना हवामान व्यवस्थेतील माझे महत्त्व समजण्यास सुरुवात झाली आहे. त्यामुळे जरी माझ्यामध्ये होणारे बदल अधिक क्लिष्ट होत गेले, तरीही, शास्त्रज्ञ माझ्यामध्ये होणारे बदल आणि त्याचा भारतीय मान्सूनच्या पावसावर होणाऱ्या परिणामांचा आगाऊ अंदाज बांधू शकतील.

सामान्य माणूस: मी चेष्टा करत होतो, खिल्ली उडवत नव्हतो. हवामान विज्ञानाबद्दल मी साशंक आहे कारण मी हवामान शास्त्राबद्दल फक्त बातम्या किंवा सोशल मीडियावर ऐकतो. मी किंवा इतर कोणताही सामान्य माणूस खऱ्या शास्त्रज्ञ किंवा जाणकार व्यक्तीशी अशी चर्चा करू शकत नाही. हवामान विज्ञान आणि पर्जन्यविज्ञानाबद्दल अधिक जाणून घेण्याचा काही मार्ग असावा अशी माझी इच्छा आहे.

बरं, ITF, मला आनंद झाला की आपली चर्चा झाली आणि मला भारतीय मान्सूनच्या पावसाबद्दल आणि समुद्रातल्या नदीबद्दल म्हणजे तुझ्याबद्दल काहीतरी शिकायला मिळालं. इतरांसोबतही अशाच अनेक चर्चा व्हाव्यात अशी माझी इच्छा आहे.

§§§

लेखक : **डॉ. विवेक शिळीमकर**, पुणे विद्यापीठातून हवामानशास्त्रात पदव्युत्तर पदवी, होक्काईदो विद्यापीठात पीएच. डी, इंट्रा क्लाऊड टेक्नोलॉजी प्रा. लि. येथे कार्यरत.

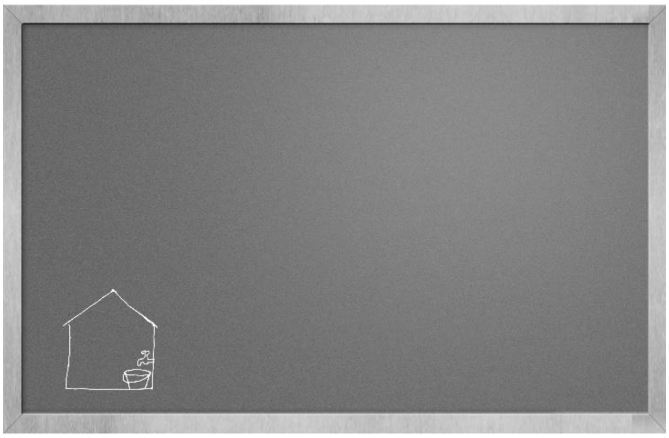
इ-मेल : vivek.shilimkar@gmail.com

(कळीचे शब्द : इंडोनेशियन प्रवाह, समुद्राचे तापमान, समुद्री प्रवाह, स्वरडूप, हिंदी महासागर, प्रशांत महासागर, पश्चिम सीमा प्रवाह, वॉकर अभिसरण)

गोष्ट पाण्याची..

लेखक : प्रकाश किसन नवाळे

इयत्ता ३ री, परिसर अभ्यासातील पाठ क्रमांक ९ ‘पाणी नक्की येते कोठून ?’ मधील संकल्पनेबाबत चर्चेला नुकतीच सुरूवात केली होती. तुम्ही पाणी कशातून पिता,



पाण्याची साठवण तसेच पाणी कोठून आले असावे, अशा मुलांच्या अनुभवविश्वासंबंधित चर्चा सुरू असतांना; ‘असे करून पाहूया का?’ असे मनात आले. मनात येताच, फळयाच्या एका कोपऱ्यात घराचे चित्र रेखाटले, हे आपले घर!

आमची शाळा शहरातील असल्याने येथील बहुतेक घरात नळाद्वारेच पाणी येत असल्याने, “आपल्या घरात पाणी नळामधून येते ना!” असे म्हणत, फळयावर रेखाटलेल्या

घराच्या एका भिंतीला नळाचे चित्र काढले. नळाचे चित्र रेखाटतांना मनात साकारलेल्या संपूर्ण चित्राचा अंदाज बांधत घर रेखाटण्याची जागा निश्चित केली होती. जेणेकरून चित्र रेखाटण्याकरीता फळ्याचा जास्तीत जास्त उपयोग करता येईल. आता, त्या नळाखाली एक बादली रेखाटली.

नळातून पाणी येत आहे हे दाखविण्यासाठी सवयीनुसार तुटक रेषा काढाव्यात का, असे मनात आले. मात्र, असे केले नाही तर मुले काय विचार करतील? म्हणून, मुद्दाम तुटक रेषा काढल्याच नाही.

"नळाला पाणी आहे का?"

"नाही!" मुले म्हणाली, "नळाला पाणी नाही."

"अहो सर, नळाला पाईप कुठे जोडला आहे?" वर्गातली बरीच मुले म्हणाली.

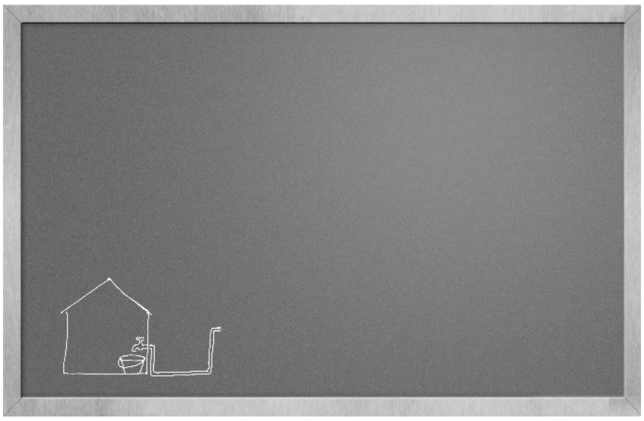
"अहो सर, आधी नळ चालू तर करा.", एकाने तर असे मजेशीर उत्तर सुध्दा दिले.

अशा उत्तराचे देखील आपण त्या मुलास प्रोत्साहनपर शाबासकी देत नक्कीच कौतुक करायला हवे. कारण, आपण बहुतेक सारे पाण्याचा पाईप जोडलेला नसल्याचा विचार करीत असतांना, हा बहाद्दर मात्र, नळाला पाणी न येण्यामागच्या कारणांचा मागोवा घेत असावा! असे उत्तर आल्यावर इतर मुलांच्या मनात देखील, 'अरेच्चा! हो की, आपल्याला का हे सुचले नाही?' हा प्रश्न नक्कीच येऊन गेला असेल. यापुढे आपणही असा विचार करूया, असा हुरूप इतर मुलांना नक्कीच त्याक्षणी आला असेल. खरं की, आधी नळ सुरू असायला हवा. त्या मुलाने अगदी मोकळेपणाने दिलेल्या अशा उत्तराने वर्गातल्या इतर मुलांना

निरनिराळ्या बाजूने आपणही विचार करायला हवे यासाठी नकळत का होईना प्रोत्साहन दिले.

“अरे हो ना! नळ चालू करायचा तर मी विसरूनच गेलो.” असे म्हणत फळयावर रेखाटलेला नळ हाताने सुरु केल्याचे नाटक केले.

लहान वर्गात अशा गोष्टी मुलांना फार मजेच्या वाटतात. जेव्हा आपल्या शिक्षकांनी फळयावरील नळ नाटकीपणाने चालू केला, तेव्हा वर्गात थोडा हशा पिकला. वर्गात थोडे असे सुद्धा घडायला हवे, हो ना! जेणे करून शिकतांना मुलांना व शिकवतांना आपल्या स्वत:ला आनंद मिळवून दिल्याचे समाधान आपल्याला वाटावे. अजून एक गोष्ट म्हणजे, वर्गातील अशा नाटकी कृती व त्यामुळे मुलांमधे पिकलेल्या हशामुळे, वर्गातल्या साऱ्याच मुलांचे लक्ष नेमके काय सुरू आहे याकडे वळते. हेच तर हवंय ना आपल्याला.



“अरेच्या! आता तर नळ चालू केला ना? मग, पाणी का नाही?”

“अहो सर, पाईप कुठे जोडला आहे”

“अरे हो की! बरोबर, माझ्या तर हे लक्षातच आलेच नाही.”

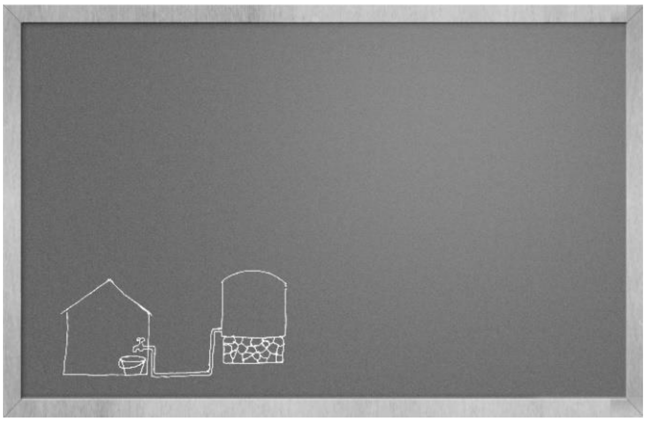
असे म्हटले की, मुलांना बरे वाटते. आपणही सरांना काही गोष्टी लक्षात आणून देऊ शकतो, असे मुलांना वाटते व नकळत त्यांचा हुरूप अधिक वाढतो. त्याहून अधिक महत्त्वाचे म्हणजे, वर्गात चाललेल्या चर्चेत प्रत्येकजण हिरीरीने सहभागी होतो.

मुले सांगत होती, त्यानुसार पायरी पायरीने चित्राचा पुढील भाग रेखाटण्याचे काम सुरू होते. असे करीत, नळाला जोडून घराच्या भिंतीबाहेर पाईप रेखाटला गेला.

“सांगा आता, नळाला पाणी येईल का?”

“नाही.”

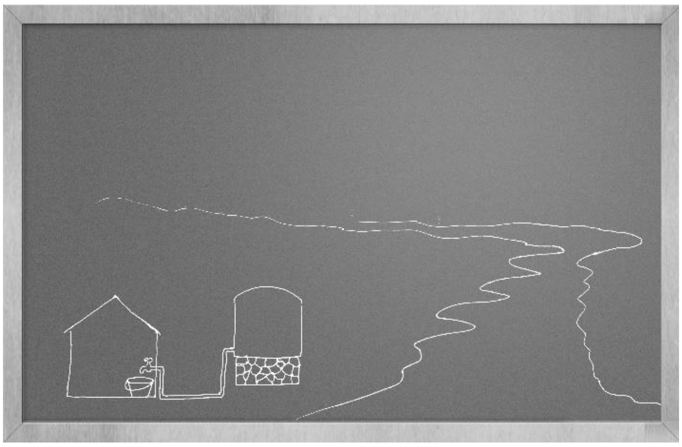
“अहो सर, पाईपमधे कसे बरे पाणी येईल?” काही मुले एकदम म्हणाली.



“टाकीतून.” इतर काही मुलांनी या उत्तराची भर टाकली.

काहींनी हे प्रत्यक्षात पाहिलेले होते, तर काहींची उत्तरे ही फक्त अंदाजे होती. मग काय, फळ्यावर रेखाटलेल्या पाईपच्या टोकाला टाकी रेखाटली. असे करत असतांना टाकी मुद्दामच नळाच्या उंचीचा अंदाज घेत थोडी त्यापेक्षा उंचावर रेखाटली.

“शाब्बास! आता, या टाकीत पाणी कोठून येईल बरं?”

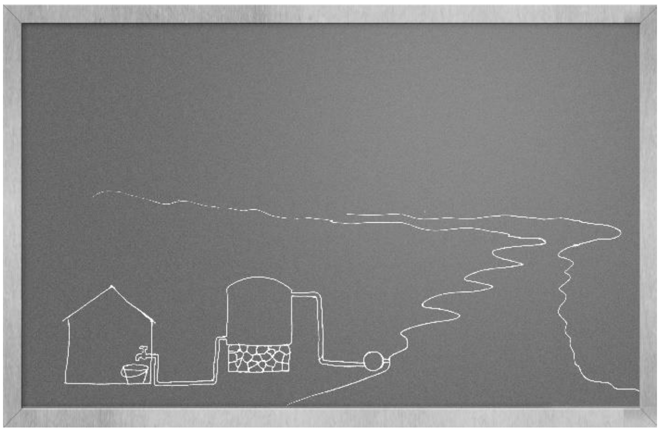


“धरणातून, नदीतून!” काही मुलांनी सांगितले.

“अरे, नदीतले किंवा धरणातले पाणी टाकीत कसे येत असेल?” असे म्हणत बाजूला एक नदी रेखाटली.

“पंपाने” पंपाच्या जागी एक वर्तुळ रेखाटले.

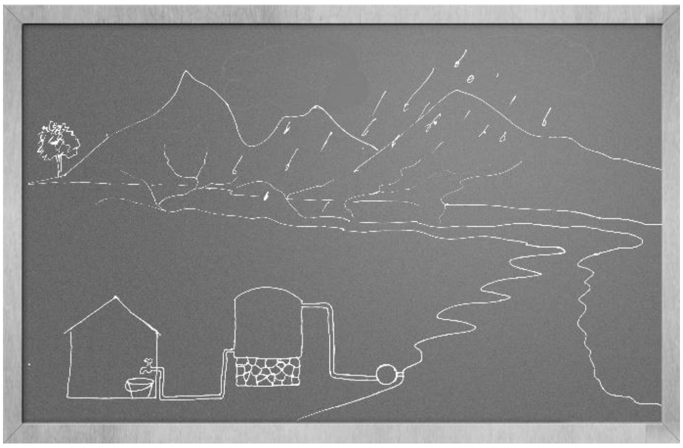
“आता हाच आपला पंप असे समजूया.”



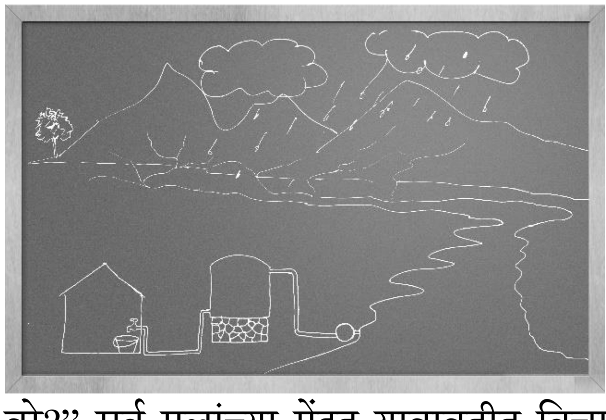
“अरे! पण नदीत किंवा धरणात पाणी कोठून येईल?”

“पावसामुळे.” मग, पावसाचे चित्र रेखाटले.

असे करत घर ते पावसापर्यंत चित्र रेखाटण्याचा प्रवास हळूहळू पार पडला होता. फळयावर चित्राचे रेखाटन सुरू असतांना सोबत चाललेल्या चर्चेतून मुलांकडून शक्य तितकी माहिती हळूहळू गोळा करण्याचा प्रयत्न सुरु ठेवला होता.

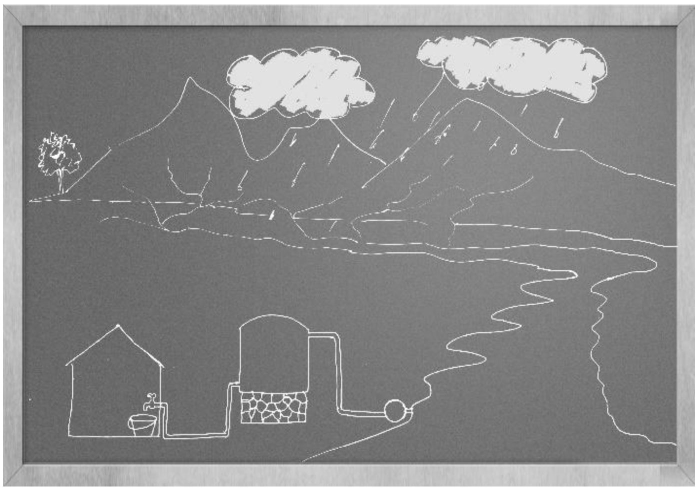


“पावसाचे पाणी कोठून येते?” “ढगातून” असे उत्तर आले. ढगाचे चित्र रेखाटले.



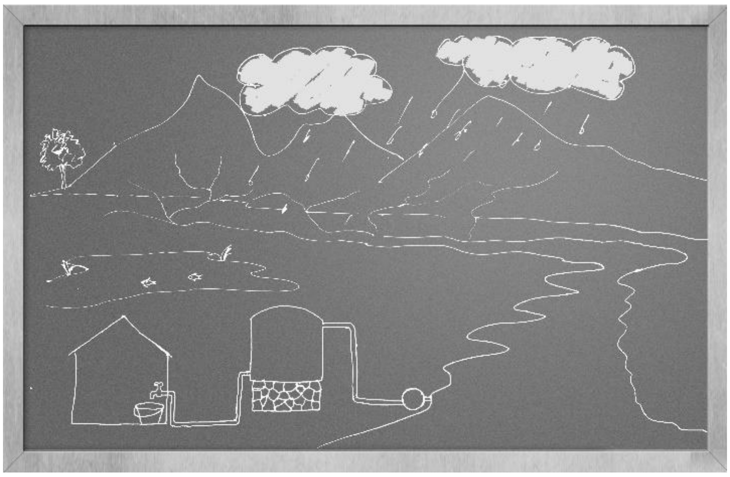
अरे! थोड्याफार प्रमाणात तुरळक का होईना, ढग आपल्याला वर्षभर दिसतात. पाऊस मात्र, आपल्याकडे साधारणत: जून ते सप्टेंबर या महिन्यांमधेच पडतो, हे कसे बरे?” सर्व मुलांच्या मेंदूत याबाबतीत विचारांचे चक्र सुरू व्हावे याकरीता हा लहानसा प्रश्नरूपी प्रयत्न केला.

“पाऊस पाडणारे ढग काळे दिसतात.” मुले म्हणाली. मग, रेखाटलेल्या ढगात खडूने रेघोट्या ओढत तो भरून टाकला. ढग भरल्यासारखा वाटू लागला.

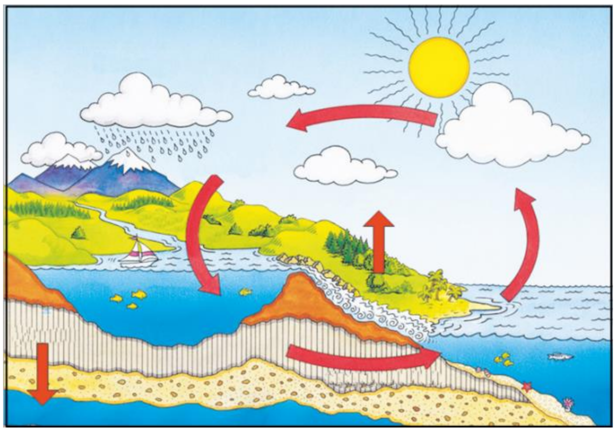


एवढं असूनही भागत नाही. ढगातले पाणी पावसाच्या रूपात जमिनीवर येण्यासाठी हवामानाचाही महत्त्वाचा वाटा यात असतो. हवामानात आवश्यक बदल झाला की, सगळ्याचा एकत्रित परिणाम आपण पावसाच्या रूपात पाहतो, यासारखी अधिकची माहिती सहज सांगता येते.

ढगात पाणी कोठून येते? जमिनीवर पाणी कुठे कुठे आढळते? असे विचारताच, नदी, तलाव, विहीर, समुद्र, ओढे, गटारे, डबकी... अशी यादी मुलांकडून चर्चेदरम्यान सहज तयार होते. प्रत्येक चित्राबाबतीतल्या प्रश्नांच्या मालिकेसोबत मुलांशी चर्चा सुरू ठेवत त्यांच्या अनुभवविश्वातून जास्तीत जास्त माहिती आपल्याकडे सहज गोळा होते, मुलांच्या अनुभवविश्वातून गोळा झालेल्या माहितीची मदत, पाठ्यघटक मुलांच्या दृष्टिकोनातून समजून सांगतांना आपल्याला होते.



पुढे, या स्रोतातल्या पाण्याचे बाष्पीभवन हळूहळू सुरू असते. असे पृथ्वीवर सगळीकडेच सुरू असते. बाष्पीभवनाची ही अखंड सुरू असलेली क्रिया मात्र आपल्याला सहज दिसून येत नाही. पाण्याचे अतिशय लहान लहान कण दाटीने एकत्र असले की वाफेच्या रूपात आपल्याला पहायला मिळतात. सूर्याकडून मिळणाऱ्या ऊर्जेच्या मदतीने जमिनीवरील पाण्याचे निरनिराळ्या मार्गांने बाष्पीभवन होते. बाष्पीभवनामार्फत तयार झालेले वाफेचे लहान लहान कण वरवर जाऊ लागतात, तसे ते हळूहळू थंड होऊ लागतात. थंड झालेल्या अशा असंख्य तरंगणाऱ्या पाण्याच्या कणांच्या समूहापासून ढग तयार होतो. असे असंख्य कण एकमेकांच्या जवळ आले की, त्या सर्वांचा मिळून पाण्याचा मोठा कण तयार होतो. असे पुढे पुढे घडत कणाचा आकार मोठा होण्याची क्रिया सुरूच राहते. परिणामी वजन वाढते व असा मोठा कण स्वत:चे हवेतले तरंगणे विसरून जमिनीकडे येऊ लागतो. असे अनेक कण हवेतून खाली येऊ लागले की आपण त्यास पाऊस म्हणतो.



जलचक्र

चित्र स्रोत :- https://marathivishwakosh.org/16404/

पाऊस डोंगरदऱ्या, माळराने, नदी, तलाव, धरण, समुद्र सगळीकडेच पडतो. हळूहळू अशी ठिकाणे पाण्याने भरू लागतात. डोंगरदऱ्यांवर पडलेल्या पावसामुळे लहान लहान ओहोळ, डोंगर उताराने वाहू लागतात. ओहोळ एकत्र आले की ओढा तयार होतो व असे ओढे एकत्र येऊन नदी तयार होते. पुढे नद्यांवर बंधारे, धरणे बांधून आपल्याला वर्षभर

लागणाऱ्या पाण्याची गरज भागविण्याची सोय केली जाते. मोठमोठ्या शहरांसाठी वर्षभर लागणाऱ्या पाण्याची सोय धरणांवाटे भागवली जाते.

पण पावसाचे सगळे पाणी असे वाहून जाते का? नाही! पावसाचे खूप पाणी मातीतून जमीनीच्या आत शिरते. त्यालाच आपण पाणी मुरणे म्हणतो. असे मुरलेले पाणी हळूहळू जमिनीत खाली खाली वाट मिळेल तसे सरकत जाते. सरकता सरकता जमिनीत खोलवर जमिनीत असलेल्या दगडावर हे



मुरलेले पाणी साठते. मग काय जिकडे बाहेर पडण्यासाठी वाट सापडेल तेथून बाहेर पडते. हेच ते झरे. विहीर किंवा बोअरवेल (विंधण विहीर) खणतांना आपण जमिनीत खोलवर खड्डा खणतो. मग असे मुरलेले पाणी हळूहळू या खड्यात साठत जाते. आपण बादली किंवा पंपाने उपसून असे साचलेले पाणी जमिनीच्या वर आपल्या उपयोगासाठी काढतो.

आपल्याला माहीतच आहे की, खेडोपाडी तर वर्षभर पाण्यासाठी विहिरींवर अवलंबून रहावे लागते. मे - जून या महिन्यांमधे विहिरीतील पाण्याची पातळी देखील खूप खोलवर गेलेली असते. यामुळे दररोजची पाण्याची गरज भागविण्यासाठी देखील फार दूरवरून पाणी वाहून आणावे लागते. विशेषतः मे - जून महिन्यांदरम्यानच्या काळात खेडोपाड्यात पाण्याची परिस्थिती फारच बिकट असते याची जाणीव ठेवून आपल्याला मिळणारे पाणी वाया जाऊ देऊ नये, पाण्याचा वापर जपून करावा - यासारखे लहान मात्र महत्त्वाचे संदेश देखील मुलांपर्यंत प्रखरतेने या पाठाच्या माध्यमातून नेहमीप्रमाणे पोहचवत

असा एक चित्ररूपी प्रयत्न पाठ्यसंकल्पना दृढीकरणाच्या दृष्टीने वर्गात करून पाहिला, त्यातून मिळालेला अनुभव मुलांच्या अनुषंगाने मला खूप काही शिकवून गेला!

§§§

लेखक : **प्रकाश किसन नवाळे,** होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र, मुंबई.

इ-मेल : mumbaiprakash@gmail.com

(कळीचे शब्द : अध्ययन-अध्यापन, चित्राद्वारे अध्यापन, पाणी नक्की येते कोठून? आपल्याला पाणी कोठून मिळते, नळाद्वारे पाणी, धरणातून, नदीतून पाणी, पाऊस कसा पडतो, जलचक्र)

प्रश्नांकडून उत्तरांकडे प्रवास - भाग ५

संदिग्ध प्रश्न आणि संदर्भानुसार उत्तरे

लेखक : किरण बर्वे

मागील लेखात आपण काही नेमके नसलेले प्रश्न बघितले. त्यांच्या सोडवणुकीतील



पायऱ्या बघितल्या. माझ्यासह काही जणांचे मत असे पडले की उदाहरणे खूपच सोपी आहेत आणि त्यासाठी इतका बारकाईने प्रश्न सोडवायचा आराखडा विचारात घेण्याची गरज नाही. बरोबरच आहे. असे प्रश्न संचित अनुभवातून सहजी सोडवले जातात. मात्र ओळखीच्या, मुळातच खूप सुलभ असणाऱ्या प्रश्नांच्याद्वारे आरखडयाचा विस्तार करणे, उत्तर शोधायच्या काही दिशा कशा मिळू शकतील ते सांगण्याचा प्रयत्न आपण या लेखांमध्ये केला आहे.

त्यात काही प्रमाणात नक्कीच यश आले असे मी समजतो. आता फर्माईशीचा मान ठेवून तुलनेने गुंतागुंतीचा आणि संदिग्धही किंबहुना धूसरच असलेला प्रश्न अभ्यासू.

गणिताच्या किंवा पद्धतशीर प्रश्न सोडवण्यातील तज्ञाला, प्रिंटिंग करणाऱ्या कंपनीने बोलावले आणि एक प्रश्न सोडवायला सांगितलं, तो असा, *‘आमच्या कंपनीमध्ये विक्री करण्यासाठी किती सेल्समन असायला हवेत?’*. या प्रश्नाला खरे तर उत्तर देता येणार नाही किंवा ‘तुमची मर्जी’ असेही सांगता येईल. कंपन्यांना पडलेले प्रश्न क्वचितच या प्रश्नापेक्षा अधिक नेमके असतात.

संदिग्ध प्रश्न सोडवताना उत्तर म्हणजे काय हे सुद्धा स्पष्ट नसते अशी परिस्थिती आहे.

अथातो प्रश्न जिज्ञासा ! तर इथून सुरुवात करायला हवी. त्या कंपनीला काय हवे आहे? त्यांच्या मनात काय आहे? त्यांना सध्याच्या ताफ्याची परिणामकारकता तपासायची आहे का? तसे केले आणि ते चित्र समोर उभे केले तर त्यांना उत्तराच्या अधिक जवळ जाता येईल का ? तितकीच त्यांची अपेक्षा आहे का?



दुसरा मुद्दा हा की, कंपनीचे या संदर्भातील उद्दिष्ट नेमके काय आहे. विक्री वाढवणे, जास्तीत जास्त मागणी वाढवणे का अधिक नवीन ग्राहक जोडणे, का त्यांना त्यांचे अस्तित्व भौगोलिकदृष्ट्या विस्तारायचे आहे ? विक्री वाढवायला तितकी निर्मितीक्षमता आणि अन्य आस्थापना आणि व्यवस्था लागतील. मागणी वाढवून मग तुम्ही रांगेत आहात असे सांगणे कंपनीला जमणार आहे का?

जर का तितकी त्यांची वस्तु 'या सम ही' असेल तर, 'या अन् बघा, आमच्या येथे (आज वा उद्या) ही वस्तु उपलब्ध आहे' एवढीच जाहिरात पुरेशी आहे. आणि मग पुढची प्रक्रिया हाताळणारे कर्मचारी पुरतील.

अर्थात तुमच्या लक्षात आलेच असेल, प्रश्नासंबंधी अधिकात अधिक जाणून घेणे तसेच प्रश्नाचे स्वरूप ठरवणे या पहिल्या टप्प्यावर आपण काम करत आहोत.

प्रश्न जाणून घेण्याच्या दृष्टीने दुसरा कोन तपासू. तुमच्या आता सेवेत असलेल्या कर्मचाऱ्यांची संख्या आणि कार्यक्षमता किती? त्यांनी खर्च केलेला वेळ आणि त्यातून मिळणारे यश यांचे प्रमाण काय? इथे जरा गणित यायला लागले आहे कारण आपण आता खर्च झालेला वेळ आणि मागणी किती मूल्यांची नोंदवली गेली हा निकष लावू शकतो.

तिसरी बाब अशी की आपण काही उत्पादनांसाठी माहिती पोचवणे, मागणी मिळवणे, विक्रीसंबंधी वेगळी व्यवस्था करावी का? उदाहरणार्थ निर्यात कराव्या लागणाऱ्या वस्तूच्या पॅकिंगची छपाई, पुस्तके वा डायरी छापण्यापेक्षा वेगळी असावी. ज्यावर छापायचे ते कागद, पुठ्ठा, प्लॅस्टिक इ. वेगळे असतील आणि छापण्यासाठीचे नियम, लेआऊट विशिष्ट असायला लागतील. म्हणजेच या प्रकारच्या छपाईच्या ग्राहकांना कॅटलॉग देऊन आणि त्यांना आम्ही किती उत्तम छापतो, कसे वेळेतच काम पूर्ण करू, आर्थिक देवघेवीतील सोयी आणि सवलती या विषयीच फक्त बोलणे पुरेसे नाही. मग काही तांत्रिक गोष्टींमध्ये शिक्षित व्यक्तीने प्रस्ताव घेऊन जाणे कितीतरी अधिक उपयुक्त. आता प्रश्न येतो तो कंपनीचा प्रॉडक्ट मिक्स काय आहे.

तर या पद्धतीने आपण प्रश्नकर्ती कंपनीशी सतत वेगवेगळ्या पैलूंवर चर्चा करून कोणत्या प्रश्नावर काम करायचे आहे? आमच्या अहवालातून तुम्हाला नेमकी कोणती गुणात्मक आणि अंकात्मक निरीक्षणे मिळतील? आणि त्यानुसार आम्ही तुमच्या प्रश्नासंबंधी आणि विविध पैलूंसंबंधी नेमकी आणि साधार निरीक्षणे उपलब्ध करून मांडणी करू हे स्पष्ट करणे, ही सल्ला देतानाची पुढची पायरी. उत्तराबद्दल स्पष्टता आणणे, त्या संबंधी कंपनी आणि तुमच्या अपेक्षा स्पष्ट करणे हा टप्पा येतो.

एकूणच निश्चित माहिती आणि अपेक्षित उत्तराचा प्रश्न सोडवण्यासाठी एकच व्यक्ती किंवा संस्था असते. त्यामुळे किंवा मागील लेखातील परिस्थितीत निर्णय तिलाच घ्यायचा आहे. मात्र सल्ला मसलतीचे प्रश्न यात दोन बाजू असतात. त्यामुळे टप्पे तेच. प्रश्न अधिक अधिक समजून घेणे, नेमके करणे तसेच अपेक्षित उत्तर काय ते स्पष्ट करत नेणे आणि मग दोन्हीतील सांधा जोडण्यासाठी नियोजन करणे.

आपला आराखडा हेच टप्पे मांडतो. आराखडा तोच राहतो मात्र त्यात प्रश्न आणि उत्तर या दोन्हीत स्पष्टता आणणे अत्यंत महत्त्वाचे ठरते. प्रश्न स्पष्ट करताना आराखड्यातील ‘प्रश्नातील प्रत्येक माहिती अधिक अधिक जाणून घेणे’ ही दिशा अत्यंत कसोशीने आणि अनुभवाच्या आधारे पार पाडावी लागते. सर्वात महत्त्वाचे, एकूण विक्री प्रतिनिधी, त्यांची संख्या, गुणवत्ता, मिळणारे फायदे या विषयीचे चित्र आम्ही तुमच्यासमोर बारकाईने जास्तीत जास्त वस्तुनिष्ठ मांडणार आणि **निर्णय तुम्हालाच घ्यायचा आहे.** अर्थात कंपनी काही मी कितीजण कामावर ठेवू हे तुम्हाला ठरवू देणार नव्हतीच. ते अगदीच अयोग्य ठरले असते.

मात्र वरील चर्चेतून संदिग्ध असलेल्या प्रश्नाचे पैलू आणि छटा समोर आणल्या गेल्या आणि



उत्तर म्हणजे काय? ते निश्चित केले गेले! आता उत्तराच्या दिशेने प्रयत्न सुरू करताना प्रत्यक्षात काय घडत आहे? त्याची माहिती, तसेच, ही माहिती मोजता येईल का? आमची निर्मितीक्षमता या या प्रकारच्या सेवेसाठी इतकी इतकी आहे ती संपूर्णपणे वापरुन मला विक्री वाढवायची असल्यास

१. आताचे मनुष्यबळ योग्य आहे का?

२. ते पुरेसे प्रशिक्षित आहे का?

३. या मनुष्यबळाची विभागणी, व्यवस्थापन बदलले तर त्याचा विक्रीवर कसा परिणाम होईल ? इ. इ. अधिक स्पष्ट आणि सोडवता येण्याजोगे प्रश्न तयार झाले. यात मोजमाप आले त्यामुळे वस्तुनिष्ठ मांडणी करू शकतो.

या प्रथम पायरीत आपण प्रश्न तयार केला. हो आपण जो प्रश्न, उत्तर नसलेला, किंवा ज्याचे उत्तर तज्ञ देणार नाही, देऊ शकत नाही असा होता; त्यातील मतितार्थ ध्यानात घेऊन, अर्थपूर्ण आणि कंपनीला उपयोगी ठरेल असा प्रश्न आपण तयार केला. आता हा प्रश्न सोडवण्यासाठी आजची स्थिती जाणून घेणे आवश्यक.

आता आपण प्रश्न आणि उत्तर दोन्ही स्पष्ट होतील यासाठी माहिती संकलित केली पाहिजे. माहिती व्यक्तिनिरपेक्ष असायला हवी. मग किती वेळ किती ग्राहकांबरोबर कशा

प्रकारे घालवला, वेळात तसेच पैशात त्याचे मूल्य किती? या प्रकारे महिनाभर अशी गुंतवणूक केल्यामुळे मागणी किती नोंदवली गेली, विक्री किती झाली? त्यात प्रॉडक्ट मिक्स, उत्पादन वैविध्य आणि त्यांचे आर्थिकदृष्ट्या, आणि लौकिक वाढवण्याच्या दृष्टीने कसे किती महत्त्व आहे त्याप्रमाणे वरील निरीक्षणांची विभागणी करून, त्या निरीक्षणांची मांडणी केली पाहिजे. यात भौगोलिक आणि लौकिक, ब्रँड व्हॅल्यू असे पैलू सादर केले की परत कंपनीला या चित्रात काय वाढायला हवे आहे आणि कशाचे महत्त्व कमी झाले तर चालेल, असे थेट उत्तराकडे नेणारे प्रश्न टाकता येतील. उत्तर सोडवायचा प्लॅन, योजना आकारास यायला लागली.

प्रश्न आणि उत्तरांविषयी अधिक अधिक जाणून घेताना योजना तयार होतेच आणि म्हणूनच आराखड्यात आणि उत्तराविषयीची स्पष्टता अधोरेखित केली आहे. अर्थात हे झाले



'परिस्थिती का जायजा लेना'. या पुढील टप्प्यात तज्ज्ञाचा छपाई व्यवसायातील अनुभव आणि अभ्यास प्रभावी ठरणार आहेत. यानंतर आपल्यापुढे कोणत्या विभागात व्यक्ती वाढवल्या तर नेमके काय परिणाम अपेक्षित आहेत? कोणत्या उत्पादनाची विक्री करण्यासाठी व्यक्तीची क्षमता वाढवणे आणि किंवा ताफ्याची संख्यात्मक वाढ करणे आवश्यक आहे, ही वाढ करण्यासाठी खर्च किती होईल? भांडवली किती आणि सतत येणारा किती असा पट उभा करता येईल.

- *प्रश्न स्वरूप स्पष्ट सुस्पष्ट करणे. नेमका प्रश्न ठरवणे.*

* *उत्तर काय असू शकते याचा विचार करणे. तज्ञ आणि कंपनी यांत प्रश्न आणि उत्तर म्हणजे काय, कोणत्या स्वरूपात या विषयी एकवाक्यता करणे.*
* *प्रश्न आणि उत्तर दोन्ही विषयी अधिक माहिती संकलित करणे आणि त्यांची मांडणी करणे. घटकातील बदलांचा संभाव्य परिणाम, सखोल समजून घेत नेमका करणे.*

वरील तीन पायऱ्या या प्रश्न सोडवण्याची पद्धत दर्शवतात. अखेर उत्तर म्हणजे काय हे ठरवून आणि समजावून देणे. एक स्वच्छ मांडणी करणे आणि त्यातील निष्कर्ष मांडणे. हे उत्तर.

आपल्या आराखड्यातील टप्पे आणि पद्धत नक्कीच वरील प्रक्रियेशी जुळणारी आहे आणि कुठेतरी उघड किंवा सुप्तपणे आराखडा मनात ठेवूनच वाटचाल झाली आहे. या उदाहरणात आपण योग्य ती प्रश्नमालिका तयार करून ती प्रक्रियेतील वेगवेगळ्या टप्प्यांवर आणि भूमिका असणारे विक्रेते, ग्राहक, कारखान्यातील निर्मिती व्यवस्थापक, जाहिरातदार इत्यादींकडून माहिती गोळा केली जाईल अशी व्यवस्था केली. तिचे विश्लेषण आणि परत मांडणी केली. ही झाली उत्तरापर्यंत पोचण्याची पद्धत किंवा रीत.

शेवटी या माहितीचे विश्लेषण सारिणी (Table), घटकांच्या परस्पर संबंधातील निरीक्षणे आणि आलेख यातून येणारे संभाव्य निष्कर्ष असे एक चित्र तज्ञाने कंपनीला सादर केले आणि सांगितले की, तुमच्या प्रश्नासाठी हे माझे उत्तर! मी तुम्हाला त्यातील घटक, घटकांचे



एकमेकांवर असलेले अवलंबित्व, त्यांचे सांख्यिक आणि गुणात्मक महत्त्व, तुमच्या

विक्रेत्यामध्ये संख्यात्मक वाढीचे फायदे तोटे, गुणात्मक वाढ नेमकी कोणत्या स्वरूपात करावयास हवी इ. इ. तयार केले आहे. या सर्वांचा विचार करून तुम्ही निर्णय घ्या.

कोणत्याही व्यक्तीसाठी, संघटनेसाठी, कंपनीसाठी अन्य तज्ञ मग तो कितीही का उत्तम असेना निर्णय घेऊ शकत नाही. हे पैलू आहेत आणि जास्तीत जास्त स्पष्ट चित्र समोर ठेवणे म्हणजेच योग्य सल्ला होय.

खरे तर प्रस्तुत लेखकाचा या प्रिंटिंग संदर्भातील अभ्यास कमी आहे. त्यामुळे या विश्लेषणात तज्ञांसाठी काहीही नवीन नसणार. मात्र जी एक पद्धती, आराखड्यासोबत पुढे जाणे आपण समजून घेत आहोत त्याचाच हा पुढील भाग आहे. संदिग्ध प्रश्न, त्यांची उत्तरे शोधताना, कोणत्या कोणत्या प्रकारे आराखडा उपयोगी ठरेल हे दाखवण्यासाठी वरील विश्लेषण केले आहे. लेखाचा उद्देश्य आराखडा समजून घेऊन, तो डोळयासमोर ठेवला तर कशा पद्धतीने अभ्यासात प्रगती करता येईल हे दाखवणे आहे.

हा मुद्दा अशासाठी सांगितला की प्रिंटिंगसंबंधी प्रश्न उदाहरण म्हणून घेतला असला तरी अशा प्रकारच्या कोणत्याही प्रश्नासाठी हे विश्लेषण उपयुक्त ठरेल. आराखड्याच्या या पद्धतीने अभ्यास करता येतो आणि तो अतिशय उपयोगी ठरतो असेच आपल्याला दिसले. अजून एक फायदा असा असतो की जी व्यक्ति सल्ला देण्याच्या व्यवसायाची सुरुवात करत आहे तिच्यासाठी आराखडा मार्गदर्शक ठरेल हे यावरून ध्यानात येईल.

अर्थात या सर्व विश्लेषणात अनेक बाबी विचारात घेतलेल्या नाहीत. मुख्य प्रश्न हा व्यक्तींच्या संख्येसंबंधी आहे आणि प्रत्येक व्यक्ति भिन्न असते, तिची उपयुक्तता वेगवेगळी असते असे पैलू विचारात घेतलेले नाहीत. या पैलूंचाही विचार शास्त्रशुद्धरित्या गणिती

रूपकांच्या, प्रचंड प्रमाणावर उपलब्ध असणाऱ्या माहितीच्या अभ्यासातून करता येतो, केला जातो. व्यवस्थापनशास्त्र आणि मानसशास्त्रात सुद्धा माहिती मिळवणे, शास्त्रीय अभ्यास करणे आणि या अभ्यासात गणिताचा वापर करणे मोठ्या प्रमाणात सुरू झाले आहे. या पुढील लेखात आपण गणिती रूपक आणि प्रचंड माहितीचे व्यवस्थापन आणि संख्याशास्त्रीय पद्धतींचा वापर करून निष्कर्ष काढणे म्हणजेच डेटा सायन्स, यांची तोंड ओळख करून घेणार आहोत.

या प्रश्न सोडवायच्या पद्धतीला, शास्त्राला अनुभव आणि मनुष्यस्वभाव पारखण्याच्या कलेची जोड दिली जाते. या लेखात वानगीदाखल एक मनोरंजक उदाहरण देऊन मी ही चर्चा इथे थांबवतो.

कोणत्या प्रश्नाचा अभ्यास केला गेला आणि त्याचे यशस्वी समाधान कसे अनपेक्षित होते याचे उदाहरण बघू.

एका अत्यंत उंच आणि विशाल इमारतीमध्ये अनेक कार्यालये आहेत. त्यात महिला कर्मचारी मोठ्या संख्येने आहेत. पहिल्या तासामध्ये कामाच्या जागेवर उपस्थित नसलेल्या मात्र कार्यालयात आलेल्या महिलांचे प्रमाण वाजवीपेक्षा अधिक आढळले. इतके की यांचा अभ्यास करण्यासाठी तज्ञ नेमले गेले. मात्र या कार्यालयात असलेल्या एका सख्याहरीने त्याच्या रोजच्या नियमित निरीक्षणाच्या आधारे महिलांचे कार्यालयात येतानाचे दर्शन आणि एक तासाने झालेले त्यातील परिवर्तन यांचा विचार केला. आणि एखादी कर्मचारी आल्या आल्या कुठे जाते आणि आल्यानंतर त्या मैत्रिणींचे काय बोलणे होते या अनुभवाच्या द्वारे त्याने एक तोडगा सुचवला. तो असा होता :

त्या विशिष्ट वेळात महिला आणि पुरुष वेगवेगळ्या लिफ्टने वर येतील. महिलांच्या लिफ्टमध्ये मोठे आरसे आणि प्रसाधन करण्यासाठी काही सोयी कराव्यात. म्हणजे इथे या लिफ्टमध्ये तुम्ही केस विंचरा, केसांवर कंगवा फिरवा, ओठांवरून लेप देऊ शकता, हलकेच स्वतःच्याच गालावर पावडर लावू शकता अशी व्यवस्था केली. त्यांना या गोष्टी करण्यातील संकोच दूर करणे, प्रसाधन करण्यातील काही वेळ इथे वापरला जावा यासाठी उद्युक्त करणे याचा फार फायदा झाला. कार्यालयात आल्याबरोबर प्रसाधनगृहात जाणे कमी झाले आणि तेथे होणाऱ्या गप्पांचा वेळही वाचला. आता हे निरीक्षण आराखड्यातील विचारापेक्षाही कलात्मकच अधिक ! मात्र प्रश्नाचे स्वरूप समजावून घेतल्यामुळे कल्पक उत्तर मिळू शकले. नाही का?

प्रश्न सोडवायचा असेल तर एक दिशा नक्कीच सुचवता येते. त्या आधारे समस्या परिहार पुष्कळसा होतोच. मात्र जोडीला अर्थातच वर उल्लेखलेले कलाकार तज्ञ असले तर उत्तमच !!

§§§

लेखक : **किरण बर्वे,** भास्कराचार्य प्रतिष्ठान येथे गणित शिकवतात. विज्ञान व गणित विषयांत लेखन करतात. शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इ-मेल : barvekh@gmail.com

(कळीचे शब्द : संदिग्ध प्रश्न कसे सोडवावे, प्रश्न सोडवायचे शास्त्र, प्रश्न सोडवण्याची प्रक्रिया, त्यातील पायऱ्या, प्रश्न सोडवायचा आराखडा, या प्रक्रियेतील मानवी वर्तनाच्या पैलूचे महत्त्व)

वाळूची कमतरता आणि उपाय

भाग १

लेखक : डॉ मुरारी तपस्वी

स्वतःच्या सुखसोयींकरता मानव निसर्गाच्या संपत्तीचा उपयोग करत असतो. तसा तो अवश्य करावा पण जेव्हा त्या नैसर्गिक संपत्तीला तो ओरबाडतो तेव्हा गंभीर परिस्थिती निर्माण होते. ती संपण्याची टांगती तलवार सतत डोक्यावर असते. जी संपते ती संपत्ती. वाळू हा एक असाच वसुंधरेतून मिळणारा घटक. याचे वर्गीकरण भारतात 'गौण खनिजात' केले जाते. जगात जीवाश्म इंधनानंतर जमिनीतून सर्वाधिक उत्खनन होते ते वाळूचेच! इंग्रजीमध्ये त्याच्या कणांच्या आकारावरुन त्याला तीन नावांनी ओळखतात : सिल्ट, सँड आणि ग्रॅव्हेल. सर्वात बारीक कण सिल्टचे नंतर सँड आणि त्याहून मोठे ग्रॅव्हेल. मराठीत मात्र याला बारीक आणि जाड वाळू असेच ओळखले जाण्याचे पर्याय आहेत. यापैकी सँडचा (वाळू) वापर

आपण अनेक प्रकारे करतो. खनिजांच्या एकूण होणाऱ्या उत्खननापैकी वाळूचा वाटा ८५% आहे असे म्हणतात. आधुनिक इमारतींच्या, रस्त्यांच्या बांधकामापासून ते घड्याळे, ट्रांसमीटर, दागिने, काच वगैरेंसाठी वाळूचा वापर केला जातो. शिवाय गेल्या काही वर्षांत वाळूमधून क्वार्ट्झ खनिजाचा घटक वेगळा करुन त्यापासून तावदानांवरील सौर घट बनवायला सुरुवात झाली आहे. अर्थात यापैकी सर्वाधिक वाळूचा वापर बांधकामांसाठीच होतो. आयआयटी खरगपूर आणि आयआयटी मुंबईच्या संशोधकांनी वाळूच्या अनिर्बंध वापरामुळे होणारे पर्यावरणीय परिणाम, वाळूचे दुर्भिक्ष्य आणि तिला पर्याय यावर त्यांचे विचार एका पुस्तकाच्या प्रकरणात मांडले आहेत. वाळू संकटावर आपण वर्तमानपत्रांतून, नियतकालिकांमधून वाचत असतोच त्यामुळे याचे गांभीर्य जनसामान्यांपर्यंत पोहोचले आहेच. संशोधकांनी मांडलेल्या विचारांवर आधारित हे लेखन आहे.

वाळूची निर्मिती हवामान आणि क्षरण प्रक्रियेमुळे होते. ती तयार व्हायला हजारो वर्षे लागतात. डोंगरावर उगम पावणारी नदी वाहात खाली येते तेव्हा वाटेतले दगड-धोंडे ती उतारावरुन आपल्यासोबत घेऊन येते. नदीच्या वेगाने वाहणाऱ्या पाण्यामुळे तिच्या काठाशी आणि तळाशी असलेल्या दगड-धोंड्यांचे एकमेकांवर आदळून जोरदार घर्षण होत असते. या घर्षणादरम्यान नदीकाठाची धूप होते, दगड-धोंड्यांची झीज होते आणि त्यांचा आकार त्यांच्या पुढील प्रवासादरम्यान लहान-लहान होत जातो. म्हणूनच नदीच्या सुरुवातीच्या भागात डोंगरातील खडकातून सुटलेले टोकदार दगड त्यांच्या पुढील प्रवासात गुळगुळीत गोटे बनतात आणि त्याही पुढे त्यांची बारीक वाळू तयार होते.

मानवी वापरासाठी नदीच्या तळाशी असलेली वाळू वर काढली जाते. या वर काढण्याच्या क्रियेला उत्खनन किंवा उपसा म्हणले जाते. नदीतली वाळू ही त्याचा आकार, गोलाई, घनता, पाण्याचे शोषण करण्याची गुणवत्ता इत्यादी गुणधर्मांमध्ये इतर ठिकाणच्या वाळूंमध्ये उजवी ठरते. सुमारे ९०% वाळू ही इतर ठिकाणी म्हणजे वाळवंटात, समुद्रकिनारी आहे. मात्र इतक्या मोठ्या प्रमाणात येथे उपलब्ध असणाऱ्या वाळूचा उपयोग बांधकामांसाठी करता येत नाही. कारण वाळवंटातल्या वाळूचे कण खूप बारीक आणि गुळगुळीत असतात त्यामुळे ते एकमेकाला चिकटून राहात नाहीत. याचा वापर केला तर त्याचा राळा (स्लरी) घसरून खाली पडतो. तो भिंतींना चिकटत नाही. हा दोष समुद्रकिनाऱ्यावरील वाळूतही असतोच. शिवाय त्यातील क्षार आणि क्लोरिनचे अंश बांधकामासाठी वापरलेल्या लोखंडाच्या गंजण्याच्या क्रियेला बळ देतात. तिच्या प्राकृतिक गुणधर्मांमध्ये आकुंचन आणि ताणशक्तीचा अभाव असतो. म्हणून एवढ्या मोठ्या प्रमाणावर उपलब्ध असलेल्या वाळूचा उपयोग तसा शून्यच! नदीतल्या वाळूवर बांधकामादरम्यानच्या वापरासाठी कुठलीही प्रक्रिया करावी लागत नाही. उत्खनन करा, वाहनांमध्ये भरा आणि बांधकामस्थळी आणून तिचा



समुद्राच्या पाण्यात मोठ्या प्रमाणात मिठाचा अंश असतो. समुद्रातली वाळू बांधकामासाठी वापरल्यास कालांतराने इमारतीची स्लॅब व भिंतींतून गळती सुरू होण्याची शक्यता असते.

चित्र स्रोत :-
https://wecivilengineers.wordpress.com/2018/10/11/why-we-cant-use-sea-sand-in-building-construction/

वापर सुरु करा इतके सोपे असल्याने इतर ठिकाणच्या वाळूचा विचारही करायची गरज पडत नाही.

पण यामुळे पर्यावरणाला मोठाच धोका निर्माण झाला आहे. नदीतून याचे अमर्याद उत्खनन नद्यांची खोली वाढवते आणि तीत भर घालायला मग नदीच्या किनाऱ्यांची धूप होते, नद्यांच्या मुखांची रुंदी वाढत चालली आहे कारण समुद्राच्या किनाऱ्यावर नवी वाळू आवश्यक प्रमाणात पोहोचतच नाहीये. भारतातही हे मोठ्या प्रमाणात दिसून येत आहे. केरळातल्या ४४ नद्यांमधली भरतपुझा नदी एके काळी बारमाही वाहात असे ती आता वाळूअभावी कोरडी पडत चालली आहे. पंबा नदी ही केरळातली तिसऱ्या क्रमांकाची सर्वात मोठी नदी. तिचीही जल धारण क्षमता आटली आहे. पालार आणि तिच्या उपनद्या - चेय्यार, अरनियार, कोसथलाईयर तसेच कावेरीच्या उपनद्याही जलस्रोतांच्या ऱ्हासाला सामोऱ्या जात आहेत. कर्नाटकातल्या पापाग्नी नदीच्या पात्रात आणि तिच्या पाणलोट क्षेत्रात बेकायदेशीरपणे, क्षमतेपेक्षा अधिक प्रमाणात उत्खनन केले जात असल्याने पाण्याची पातळी खालावली आहे. यामुळे नदीकाठच्या गावांच्या पर्यावरणाचा ऱ्हास होत असून नदी जवळजवळ कोरडी पडली आहे. तामीळनाडूमध्ये सेनगुंद्रम हा भाग चेन्नैच्या शेजारी. याला इंग्रजीमध्ये 'रेड हिल्स' म्हणूनही ओळखले जाते. तिथल्या आणि चोलावरम तलावांमधील



भरतपुझा नदीच्या पात्रातील वाळूची लूट

चित्र स्रोत :- https://en.wikipedia.org/wiki/Sand_mining_in_Kerala

वाळूच्या अमर्याद उत्खननामुळे पाण्याच्या प्रवाहात अडथळा निर्माण होऊन चेन्नैच्या पाणीपुरवठ्याला धोका निर्माण झाला. अवैध वाळू उत्खननामुळे नदीवरचे पूल आणि रेल्वेमार्गाचे नुकसान होत असल्याचेही निदर्शनास आले आहे. चेन्नै तलावांचे शहर म्हणून पूर्वी ओळखले जायचे. तेथील हिरवी झाडीही पर्यावरणाला सांभाळायची क्षमता बाळगून असे. चक्रीवादळांत येणाऱ्या पुरांदरम्यान या तलावांमुळे शहराला धोका नसे. विकासाच्या नावाखाली या तलावांमध्ये मोठ्या प्रमाणात उत्खनन झाले, ते हटवून वस्ती वाढवली गेली. परिणामी अलिकडे २०१६ साली चेन्नैला विनाशकारी पुराचा सामना करावा लागला तर २०१९ साली हे शहर पाण्याचा स्रोत उपलब्ध न राहिल्यामुळे कोरडे पडले. खाणकामामुळे केवळ परिसंस्थेचा नाश होत नाही तर मानवांवरही मोठ्या प्रमाणावर परिणाम होतो. म्हणून चेन्नैकडे मानवनिर्मित पर्यावरणाच्या हानीचे उत्तम उदाहरण म्हणून आज पाहिले जाते.

महाराष्ट्र आणि गोव्यातही वेगळी परिस्थिती नाही. महाराष्ट्रात उगम पावणारी गोदावरी नदी दक्षिणेतल्या नद्यांमध्ये सर्वात मोठी. सुमारे सहा कोटी लोकसंख्या या नदीच्या पाण्यावर अवलंबून आहे. पण मराठवाड्यादरम्यान या नदीमध्ये वाळूसाठी अमर्याद उत्खनन झाले आहे. परिणामी ती आता जवळजवळ वर्षभर कोरडीच असते. एक मीटर खोलीपर्यंत वाळू काढावी असा नियम असताना या भागात नदीतून ७-९ मीटर खोलीपर्यंत उत्खनन केले गेले. याचा परिणाम असा की जवळ असलेल्या विहिरी, ओढेही कोरडे पडले. गोवा हे महाराष्ट्रालगतचे देशातले आकाराने सर्वात लहान राज्य. या राज्यात ३ नद्या आणि सुमारे ४४ उपनद्यांचे अस्तित्व आहे. गालजीबाग, मांडवी, सालेरी, काणकोण, झुवारी, साळ,

तळपण, तेरेखोल, कोलवाळ या नद्या, उपनद्यांचा उगम शेजारील महाराष्ट्र अथवा कर्नाटक राज्यांमध्ये होतो. तेरेखोल, शापोरा, गुळेली इत्यादी नद्यांमधून मोठ्या प्रमाणात, सध्या बंदी असली तरी, उत्खनन चालते. गेल्याच आठवड्यात काही नद्यांमधून वाळू काढायची बंदी मुख्यमंत्र्यांनी उठवल्याच्या बातम्या आहेत. १९९३ पावेतो परंपरागत पद्धतीने शारीरिक श्रमांचा वापर करुन वाळूचा उपसा व्हायचा. पण भारतात आर्थिक सुधारणांच्या धोरणानंतर गोव्यातल्या पर्यटन उद्योगाने प्रचंड वेग घेतला. त्याकरता आवश्यक अशा पायाभूत सुविधा निर्माण करण्यासाठी वाळूचा उपसा करायला यांत्रिक पद्धतीचा वापर रुढ झाला. यामुळे किनाऱ्याजवळील गोड्या पाण्याचे अनेक स्रोत नष्ट झाले आहेत.



गोव्यातील अवैध वाळूचे उत्खनन

स्रोत : हेराल्ड

एका बाजूला वाळूची मर्यादित उपलब्धता तर दुसरीकडे जगभर शहरांची मोठ्या प्रमाणात होणारी वाढ, तेथील उंचच उंच इमारतींचे बांधकाम आणि या शहरांना जोडायला मोठे रुंद रस्ते याकरता प्रचंड प्रमाणात वाळूची मागणी वाढत आहे. जगात दुबईसारख्या वाळवंटात वसलेल्या काही देशांत तर नदीतल्या वाळूची आयातही केली जात आहे. १९६० पासून सिंगापूरमध्ये समुद्र हटवून उपलब्ध केलेल्या जमिनीमुळे एकूण तेथील भूभागात २०-२५% वाढ झालेली आहे. याकरता त्या देशाने इंडोनेशिया, मलेशिया सारख्या शेजारी देशांतून वाळूची आयात केली.

भारतामध्ये सुरुवातीला नमूद केल्याप्रमाणे वाळूचे वर्गीकरण 'गौण खनिज' म्हणून केले गेले आहे. वाळूचा उपसा हा राज्यांच्या अखत्यारीतला विषय समजला जातो. तेलंगणामध्ये वाळू उपसा धोरण पद्धती उत्तम प्रकारे अमलात आणली जाते आणि इतर राज्यांसाठी आदर्श ठरावी असे संशोधक म्हणतात. तेलंगणा राज्य सरकारने नदीपात्रातील, पाटबंधारे प्रकल्पांमध्ये साठलेली अतिरिक्त वाळू आणि पूर टाळण्यासाठी नद्यांजवळील खाजगी शेतजमिनीतील वाळू काढण्यावर उत्तम धोरण राबवले आहे असे म्हणतात. राज्य सरकारने वाळूच्या उत्खननासाठी मर्यादा घातल्या आहेत. मोठ्या नद्यांमध्ये दोन मीटर खोलीपर्यंत तर लहान ओढ्यांमध्ये फक्त एक मीटर खोलीपर्यंतच वाळूचे उत्खनन करायची परवानगी आहे. पावसाळयात भूजल पातळीपर्यंत नदीतील वाळू उत्खननाला परवानगी असते. भूजल विभाग, खाण आणि भूविज्ञान विभाग आणि इतर संबंधित विभाग एकत्र उत्खननस्थळाची पाहणी करुन उत्खननासंबंधी शिफारस करतात. भूजल पातळी खोल गेली असेल तर किंवा पूल, बांध आणि बंधारे यांपासून ५०० मीटर अंतरापर्यंत तसेच नदी काठापासून १५ मीटर अंतरापर्यंत किंवा प्रवाहाच्या रुंदीच्या एक पंचमांश भागात आणि ओढ्यात, नद्यांमध्ये वाळूचा थर २ मीटरहून कमी झाला असेल तर वाळूच्या उत्खननाला मज्जाव केला जातो. नदीच्या पूररेषेवरील काठावरून वाहने न्यायलाही मज्जाव आहे. अवैध वाळूच्या उत्खननाला आणि वाहतूकीला आळा घालण्यासाठी जागोजागी नाके निर्माण केले आहेत, जिल्हाधिकाऱ्याच्या देखरेखीखाली पोलिस, परिवहन, खनिज आणि भूविज्ञान खात्यांमधील अधिकाऱ्यांची एकत्र फिरती पथके गस्त घालत असतात असे संशोधक नमूद करतात. वाळू उत्खननाला आणि वाहतूकीला फक्त 'तेलंगणा राज्य खनिज विकास

महामंडळाला'च परवानगी दिली आहे. वाळूची वाहतूक करणाऱ्या वाहनांची नोंद खनिज विकास महामंडळाकडे करणे आवश्यक केले आहे आणि अवैध वाहतूक करणाऱ्या वाहनांवर जप्तीची तरतूद आणि जप्त केलेल्या वाळूची विल्हेवाट लावायला यंत्रणा निर्माण केली आहे.

तर अशी आहे सध्याची वाळूची परिस्थिती, तिची उपलब्धता, अमर्याद वापर आणि काही ठिकाणी त्यावर नियंत्रण आणण्याचे प्रयत्न. संशोधक वाळूला असलेल्या पर्यायांचा आढावाही घेतात. तो आपण पुढील लेखादरम्यान पाहूया.

मूळ लेख : https://muraritapaswi.blogspot.com/2023/01/sand-deficiency-and-alternatives-part-1.html

संदर्भ : Bhatawdekar, R.M., et al. Best river sand mining practices vis-a-vis alternative sand-making methods for sustainability. In: Risk, Reliability and Sustainable Remediation in the Field of Civil and Environmental Engineering (Chapter 17), Ed. by: Thendiyath Roshni, Pijush Samui, Dieu Tien Bui, Dookie Kim, Rahman Khatibi. Elsevier, 2022. 285-313. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85698-0.00007-1.

§§§

लेखक : **मुरारी तपस्वी**, राष्ट्रीय समुद्रविज्ञान संस्था, गोवा येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त. ग्रंथालयशास्त्रात विद्या वाचस्पती.

इ-मेल : tapaswimurari@gmail.com

(कळीचे शब्द : वाळूचे प्रकार, समुद्री वाळू आणि नदीतली वाळू, बांधकामासाठी वाळूचा उपयोग, वाळू उपसा आणि त्याचे नद्यांवर होणारे परिणाम)

वाळूची कमतरता आणि उपाय

भाग २

लेखक : डॉ मुरारी तपस्वी

यापूर्वीच्या लेखात आपण वाळूच्या उपलब्धीसंबंधी, तिच्या अमर्याद उपशाबाबत माहिती घेतली. संशोधकांनी वाळूला असलेल्या पर्यायांचाही आढावा घेतला आहे तो या लेखादरम्यान पाहूया.

भारतात असलेल्या नद्यांमधील वाळूचा उपसा आणि त्यात नवी वाळू निर्माण होण्याचे प्रमाण व्यस्त आहे. यामुळे वाळूची टंचाईच निर्माण होत आहे म्हणा ना! एका अहवालानुसार सध्याच्या उत्खननाचा वेग ती तयार होण्याच्या वेगापेक्षा दुप्पट आहे असे संशोधक म्हणतात. हा वेग आणि अशास्त्रीय पध्दतीने केलेले उत्खनन चालूच राहिले तर पर्यावरणावर होणाऱ्या गंभीर परिणामांव्यतिरिक्त तिचे दुर्भिक्ष आपल्या जीवनपद्धतीवर मोठाच आघात करण्याची शक्यता दिसून येते. हे जरी खरे असले तरी वाळू संपेपर्यंत तिचे

अवैध उत्खनन आणि वाहतूक याला संपूर्ण आळा घालणे खूप कठीण आहे, हेच वास्तव आहे. कारण कितीही नियम-कायदे केले तरी आपली नीतीमत्ता इतकी खालावली आहे की त्यांचा परिणाम होत नाही. जोवर एखाद्या वस्तूची मागणी कमी होत नाही तोवर कायदे आणि पळवाटा यांच्यातली चढाओढ न संपणारी असते. हा प्रश्न एकूणच थोड्याफार फरकाने सगळ्याच देशांसाठी इतका गंभीर झाला की या विषयावर संयुक्त राष्ट्र पातळीवर २०११ साली पहिली चर्चा घडवून आणली गेली. यावर उपाय म्हणजे एखाद्या उत्पादनातून निर्माण झालेल्या टाकाऊ मालातून वाळूच्या गुणधर्मांशी मिळता-जुळता पर्याय शोधावा असे ठरले. वाळूला, बांधकामपद्धतीला पर्याय शोधून काढण्यासाठी मोठ्या संशोधनाची गरज नमूद केली गेली. वाळूला पर्याय ठरणाऱ्या पदार्थांचे उत्पादन करण्याच्या संशोधनावर भर दिला गेला. परिणामी काही प्रमाणात असे पर्याय उपलब्ध होत आहेत.



इमारती पाडल्यानंतर तयार होणाऱ्या मलब्यापासून वाळू तयार करणारा विजयवाडा येथील कारखाना

चित्र स्रोत :- https://www.newindianexpress.com/cities/vijayawada/2019/oct/24/this-construction-and-demolition-waste-plant-in-vijayawada-boosts-realty-sector-2052266.

आजकाल शहरांमध्ये जुन्या इमारती पाडून तेथे नव्या बांधायची पद्धत रूढ होत आहे. जुनी इमारत वापरासाठी योग्य राहिली नाही याकरता ती पाडणे ठीक पण बऱ्याचशा इमारती तशा झालेल्या नसतात. तरी शहरांमधील जमिनीचे भाव गगनाला भिडल्यामुळे जुन्या इमारतीच्या ठिकाणी नवी इमारत वाढीव चटई क्षेत्राचा वापर करीत बांधली तर त्याला खूप मोठी किंमत येते. अगदी जुन्या

रहिवाशांना नव्या इमारतीत विनामूल्य सदनिका देऊन विकासक उरलेल्या चटई क्षेत्रातून फायदा कमावतात. पण यामुळे जुनी इमारत पाडल्यानंतर त्यातून निर्माण झालेला मलबा कुठे टाकायचा ही समस्या शहरांना आता सतावत आहे. या जुन्या इमारतीतून निघालेला मलबा जर ठेचला आणि चाळला तर त्यातून मिळालेले वाळूच्या आकाराचे कण सुमारे २५% वाळूला पर्याय ठरु शकतात. अमेरिकेतल्या काही राज्यांमध्ये अशा प्रकारे केलेल्या कामाला प्रोत्साहन म्हणून करात सूट दिली जाते. यातून वाळूची गरजही काही प्रमाणात कमी होते.

बंधारे आणि धरणातल्या पाण्याची साठवणक्षमता वाहून आलेल्या वाळूमुळे कालागणिक कमी होते. त्यातील वाळू काढायचे काम तसे खर्चिक. पण जर हे काम वाळू काढणाऱ्यांना दिले तर यातून दुहेरी लाभ होऊ शकतो. वाळूची गरज काही प्रमाणात भागेल आणि धरणांची पाण्याची साठवणक्षमता वाढेल. भारतात पावसाळ्यात नद्या वाहताना दिसतात. पण पाऊस थांबला की लगेच त्या कोरड्या पडतात. पूर्वी नद्या बारमाही वाहायच्या. कारण पावसाळ्याव्यतिरिक्तच्या दिवसात त्यांना भूजलाचा पुरवठा व्हायचा. यात बदल होण्याची कारणं दोन. एक म्हणजे आसपासच्या मोकळ्या भूभागांवर काँक्रिटीकरण केल्यामुळे जमिनीत पाणी मुरण्याची शक्यता कमी झाली आहे आणि दुसरे म्हणजे अतिरिक्त वाळूचा उपसा केल्यामुळे नद्यांची



बिहारमधील गया येथील अवैध वाळू उपशामुळे कोरडे पडलेल्या नदीपात्रातून खोदून पाणी मिळवणाऱ्या महिला

चित्र स्रोत :- https://www.eco-business.com/news/digging-your-own-grave-illegal-sand-mining-devastates-bihars-rivers/

पाण्याची धारणक्षमता कमी होत चालली आहे. जेथे वाळू असते तेथे पाण्याचा अंश असतो. वाळूची पाणी साठवून ठेवायची क्षमता किती असते ते आजही कोरड्या विहिरीत खड्डा केल्यानंतर तेथे पाणी लागते त्यावरुन कळू शकते. म्हणून सगळी वाळू ओरबाडून काढणे विनाशकारी ठरु शकते. नदीचे पात्र आसपासच्या परिसराच्या तुलनेत सर्वात खोलगट भाग असतो. ती कोरडी पडायला लागते तेव्हा जमिनीत मुरलेले पाणी तिच्याकडे वाहायला सुरुवात होते.

या पर्यायांव्यतिरिक्त वाळूच्या गुणधर्मांशी जुळणाऱ्या इतर टाकाऊ मालाचा काही प्रमाणात तरी वापर करणे शक्य आहे. भारतात ६० ते ६५ लाख टन ताम्रधातूची मळी (कॉपर स्लॅग) निर्माण होते. याचा वापर कॉंक्रिटमध्ये केला तर वाळूचे प्रमाण ५०% पर्यंत कमी होऊ शकते. याच्या वापराने कॉंक्रिटची बळकटी सुमारे २० टक्क्याने वाढत असल्याचे नजरेस आले आहे. ब्लास्ट फर्नेस स्लॅग (बीएफएस) लोखंडाची निर्मिती करताना तयार होतो. भारतात सुमारे एक कोटी टन बीएफएस तयार होतो. लोह-खनिज, कोळसा आणि चुनखडीच्या मिश्रणाने तयार झालेला हा पदार्थ आता तर सिमेंट कंपन्याही त्यांच्या सिमेंटमध्ये मिसळायला वापरतात. वाळूऐवजी याच्या वापराने सुमारे ७५% वाळूला पर्याय निर्माण झाला आहे. वीज निर्मितीसाठी वापरलेल्या कोळशातून भारतात १० कोटी टन राख निर्माण होते. यातली ८०-८५% राख 'फ्लाय अॅश' या नावाने ओळखली जाते तर उरलेल्याला 'तळातली राख' (बॉटम अॅश) म्हणतात. फ्लाय अॅशला सिमेंट उद्योगातून बऱ्यापैकी मागणी आहे आणि त्याचा वापर केला जात आहे. पण तळातल्या राखेचा उपयोग त्या उद्योगात होत नाही. याप्रमाणेच ओतशालेतही (फाऊंड्री) जे टाकाऊ पदार्थ निर्माण

होतात त्याला ‘फाऊंड्री सँड’ म्हणले जाते. भारतात फाऊंड्री सँडची सुमारे ८० लाख टनाची निर्मिती होते. ३०% वाळूऐवजी तळातली राख किंवा फाऊंड्री सँड मिश्रणात वापरली तर चांगल्या प्रतीचे काँक्रिट तयार होते असे अभ्यासाअंती दिसून आले आहे. तेवढीच वाळूची बचत! गोवा आणि कोकणचा भाग खाणींसाठी प्रसिद्ध आहे. या खाणींमधून टाकाऊ माती चाळून जर त्यातील वाळूच्या आकाराचे कण वेगळे केले तर तेही वाळूला पर्याय ठरु शकतात असे संशोधक म्हणतात. यावरील संशोधनही भारतात झाले आहे.

आजकाल महानगरांमध्ये मोठे खडक आणून त्यांना चेचून त्यातून ‘वाळू’ निर्माण केली जात आहे. वाळूच्या आकाराच्या कणांना ‘एम सँड’ तर त्याहून थोड्या कमी आकाराच्या कणांना ‘पी सँड’ या नावाने ओळखले जाते. एम सँडचा वापर काँक्रिटमध्ये वाळूला पर्याय ठरु शकतो तर पी सँड वीटकाम आणि भिंतींना प्लॅस्टर करण्यासाठी सर्रास वापरली जात आहे.



रस्ते बनवण्यासाठी जिओग्रिड्स

तंत्रज्ञानात बदल करुनही वाळूचा वापर कमी करता येऊ शकतो. उदा. रस्ते बनवायला जे काँक्रिट वापरले जाते ते ओतण्यापूर्वी त्या ठिकाणी घट्ट अशा प्लॅस्टिकच्या चौकटीच्या जाळ्या (जिओग्रिड्स) बसवल्या जातात. यामुळे त्यात ओतलेला माल स्थिर राहातो, अनेक वर्षं टिकतो, खर्चात कपात होते, माल (वाळूसकट) कमी लागतो आणि वेळातही बचत होते. याशिवाय तंत्रज्ञानातून निर्माण केलेल्या टिकाऊ बांबूचा वापर करण्याचे

प्रयत्नही होत आहेत. भिंती, छप्पर अशा बांधकामांच्या जागी याचा वापर होऊ शकतो. वाळूची गरजच पडत नाही.

हे पर्याय जरी शोधून काढले गेले असले तरी नमूद केलेले टाकाऊ पदार्थ वाळूसारखे सर्वत्र आढळत नाहीत. तरीही ज्या ठिकाणी त्याची निर्मिती होते त्याच्या आसपासच्या बांधकामांना ते वाळूला पर्याय ठरु शकतात. दुसरा मुद्दा येतो तो किंमतीचा. जर वाळू या पदार्थांपेक्षा स्वस्त असेल तर नैसर्गिकपणे त्याचाच वापर केला जाईल. तेव्हा पर्याय हे नेहमीच अर्थशास्त्रीय निकषांवर उजवे ठरायला हवेत. यावर संशोधक कुठलेही भाष्य करीत नाहीत. पर्यावरण वाचवा म्हणून कोणी सहजी आपल्या खिशातली कमाई यावर खर्च करणार नाही. पण कधीतरी या पर्यायांना आर्थिक व्यवहार्यता ही येईलच अशी आशा करु या.

मूळ लेख : https://muraritapaswi.blogspot.com/2022/11/sand-deficiency-and-alternatives-part-2.html

संदर्भ : Bhatawdekar, R.M., et al. Best river sand mining practices vis-a-vis alternative sand-making methods for sustainability. In: Risk, Reliability and Sustainable Remediation in the Field of Civil and Environmental Engineering (Chapter 17), Ed. by: Thendiyath Roshni, Pijush Samui, Dieu Tien Bui, Dookie Kim, Rahman Khatibi. Elsevier, 2022. 285-313. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85698-0.00007-1.

§§§

लेखक : **मुरारी तपस्वी**, राष्ट्रीय समुद्रविज्ञान संस्था, गोवा येथून ग्रंथपाल म्हणून निवृत्त. ग्रंथालयशास्त्रात विद्या वाचस्पती.

इ-मेल : tapaswimurari@gmail.com

(कळीचे शब्द : वाळूचे अशास्त्रीय उत्खनन आणि त्याचे नद्यांवर होणारे परिणाम, जुन्या इमारतीच्या मलब्यापासून वाळूनिर्मिती, फाऊंड्री सँड, एम सँड, पी सँड, जिओग्रिड्स)

वर्तमानाची पायाभरणी - ३

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागच्या दोन लेखांपासून वर्तमान मानवी समाजव्यवस्थेचा पाया कसा रचला गेला हे आपण पाहत आहोत. १४व्या ते १७व्या शतकांत युरोपियनांच्या सागरी मोहिमांद्वारे मानवी इतिहासात प्रथमच सर्व जगभरात पसरलेले मानवसमूह एकमेकांशी व्यापारी व वैचारिक देवाणघेवाणींच्या माध्यमातून जोडले गेले. यातून मानवी इतिहासातल्या एका नव्या पर्वाची नांदी झाली...

मागच्या लेखापर्यंत आपला महा-इतिहासाचा प्रवास १७व्या शतकापर्यंत पोहोचला आहे. १७व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत माणूस - होमो सेपियन - ही संपूर्ण जगभरात पसरलेली, सर्व नैसर्गिक परिसंस्थांमध्ये तगणारी आणि जगभरात पसरलेले संपर्कजाळे असलेली पृथ्वीवरील एकमेव प्रजाती बनला. मानवी इतिहासाला कलाटणी देणारे काही महत्त्वाचे टप्पे आपण यापूर्वी पाहिले आहेत. उदा. शेतीची सुरूवात आणि त्यानंतर शहरी संस्कृतींचा उगम. १७ वे शतक हाही एक महत्त्वाचा टप्पा होता. आज ज्या आधुनिक जगात आपण आहोत त्याची सुरूवात लवकरच होणार होती.

१४व्या ते १७व्या शतकात जागतिक पातळीवर जशी संसाधनांची देवाणघेवाण सुरू झाली तशी विचारांची व माहितीची देवाणघेवाणही सुरू झाली. म्हणजेच मानवजातीचे खास वैशिष्ट्य असलेल्या सामूहिक ज्ञाननिर्मितीचाही विस्तार झाला. एका भागात वापरात असलेली तंत्रे व प्रचलित असलेल्या प्रथा जगाच्या इतर भागांत जाऊन पोहचल्या आणि

स्थानिक परिस्थितीनुसार त्यात बदल होऊन त्या तिथे रुजू लागल्या. युरोपीय दर्यावर्द्यांनी वापरलेले शिडाच्या जहाजांचे तंत्रज्ञान असो किंवा सागरी प्रवासात दिशादर्शनाचे कौशल्य असो किंवा तोफा व बंदुकींचा वापर असो - या सर्वांसाठीची ज्ञाननिर्मिती ही बव्हंशी १३व्या शतकाच्या आधीच आणि जगाच्या वेगवेगळया भागांत झालेली होती. युरोपियनांनी ही सर्व तंत्रे प्रभावीपणे एकत्र वापरली व जागतिक वर्चस्व प्रस्थापित केले. मागील लेखात म्हटल्याप्रमाणे युरोपची अभावग्रस्तता हीच युरोपियनांच्या साहसी वृत्तीची जनक होती. जगाच्या इतर भागातील समृद्ध व आत्मसंतुष्ट समाज हे युरोपियनांच्या धूर्तपणाला बळी पडले. मात्र आश्चर्यकारकरित्या पूर्णतः नवीन अशी ज्ञाननिर्मिती मात्र या कालखंडात झालेली दिसत नाही. हा ज्ञाननिर्मितीपेक्षा ज्ञानविस्ताराचा काळ होता असे म्हणता येईल.

याला अपवाद असलेला एकमेव नाविन्यपूर्ण आविष्कार म्हणजे १४५३ मध्ये जर्मनीत गुटेनबर्ग यांनी विकसित केलेले धातूचे खिळे जुळवून छपाई करण्याचे यंत्र. अशा प्रकारच्या छपाईच्या तंत्राचा शोध जवळजवळ १०० वर्षांपूर्वी कोरियात लागलेला होता पण युरोपीय लिपींसाठी (काना-मात्रा-रुकार वगैरे नाहीत, केवळ एकापुढे एक अक्षरे लिहायची आहेत आणि एकूण अक्षरांची संख्या मर्यादित आहे) ही पध्दती अधिक परिणामकारक होती. युरोपात पुस्तक छपाई सुरू झाल्याने स्थानिक साक्षरता व ज्ञानविस्ताराचा वेग प्रचंड वाढला.



अमेरिकेतील एका वस्तूसंग्रहालयातील गुटेनबर्ग छपाईयंत्राची प्रतिकृती (स्रोत - विकीपिडिया)

१५०० साली २३६ युरोपीय शहरांमध्ये छापखाने होते आणि २ कोटीहून अधिक पुस्तके छापली गेली होती. १६०० सालापर्यंत छापील पुस्तकांची संख्या दसपट झालेली होती. यापूर्वी आफ्रोयुरेशियामध्ये लिखित ज्ञानाची भांडारे राखण्यात मुस्लीम जगताची मक्तेदारी होती, पण आता ती युरोपियनांकडे आली. युरोपियनांबरोबर छपाईयंत्रे व स्थानिक ज्ञानाच्या लिखित नोंदी करण्याचे हे लोण जगभरात पसरले.

माणसांच्या, संसाधनांच्या, तंत्रांच्या व विचारांच्या या साऱ्या देवाणघेवाणीने जागतिक व्यापार बदलू लागला, राजकीय समीकरणे बदलू लागली, पण तरीही सामान्य माणसांचे जगणे फारसे बदलले नाही.

१७व्या शतकातही बहुसंख्य लोक अल्पभूधारक शेतकरी किंवा शेतमजूर किंवा छोटे मच्छीमार, कारागीर, इ. मुख्यतः आपल्या नैसर्गिक परिसंस्थेत थोडासा हस्तक्षेप करून उदरनिर्वाह चालवणारे लोक होते. ते वापरत असलेली तंत्रे व त्यांच्या काम करण्याच्या पद्धतींत काहीशे वर्षे बदल झालेला नव्हता. लोक वापरत असलेले ऊर्जेचे स्रोतही शेकडो वर्षांपासून तेच होते. बहुतेक सर्व लोक आपल्यापुरते अन्न स्वतःच पिकवत होते आणि आपल्याला लागणारी वस्त्रेही स्वतःच तयार करत होते. कित्येक शतकांपासून संदेशांची देवाणघेवाण करण्यासाठी माणसेच इकडून तिकडे पाठवावी लागत होती व स्थानिक पातळीवर सामानाच्या नेआणीसाठी घोडे किंवा बैलांनी ओढायच्या गाड्या व होड्याच वापरल्या जात होत्या. बहुसंख्य लोक खेड्यांमध्ये रहात होते, शहरांची लोकसंख्या कमी होती. मात्र एव्हाना वाढत्या लोकसंख्येमुळे हळूहळू सगळीकडेच संसाधनांचा तुटवडा जाणवू लागला होता. १७०० सालापर्यंत जगभरातील जंगले, सुपीक व बागायती जमीन, लाकूडफाटा, इ. सर्व जीवनावश्यक संसाधनांचा वापर उपलब्धतेच्या मर्यादेपर्यंत पोहचलेला

होता. स्थानिक संसाधनांच्या तुटवड्यामुळे बाजारपेठांचे महत्त्व हळूहळू वाढू लागले होते. स्थानिक पातळीवर न मिळणाऱ्या वस्तू व सेवा बाजारपेठेत पैसे देऊन मिळवता येत होत्या. यामुळे सामान्य माणसे कदाचित आर्थिक देवाणघेवाण पूर्वीपेक्षा जास्त करू लागली होती.

पण तरीही काही मोठे बदलही विशेषतः युरोपात या काळात होत होते. एक म्हणजे जगभरातून वेगळे विचार व नवे ज्ञान येत होते. मानवी इतिहासात प्रथमच युरोपीय समाज हा जागतिक व्यापाराच्या केंद्रस्थानी आला होता. युरोपीय राज्यकर्त्यांची व व्यापाऱ्यांची संपत्ती झपाट्याने वाढू लागली होती. याचे प्रतिबिंब त्या काळातील युरोपीय कलाविष्कारांमध्येही पडले आहे. एकंदरीत या काळात आपल्या प्रांतात काय व किती पिकते व विकते यापेक्षा आंतरराष्ट्रीय व्यापारउदीम हे राज्यव्यवस्थेसाठीही महत्त्वाचे उत्पन्नाचे साधन बनले.



जगप्रसिध्द डच चित्रकार रॅम्ब्रॉ यांचे हे सर्वात प्रसिध्द तैलचित्र द नाईटवॉच या नावाने ओळखले जाते. १६४२ साली हे चित्र काढले होते. (स्रोत – विकीपिडिया)

ग्रेट ब्रिटन व पश्चिम युरोपचा काही भाग इथे या साऱ्या घडामोडींमुळे समाजव्यवस्थाच बदलू लागली. एका अभ्यासानुसार १७व्या शतकाच्या अखेरीस इंग्लडमध्ये ग्रामीण शेतकऱ्यांकडे स्वतःचा उदरनिर्वाह चालवण्याइतकी जमीनही उरली नव्हती व त्यांना मोलमजुरी करणे भाग पडले होते. यामुळे हे अल्पभूधारक एकतर स्थानिक मोठ्या शेतकऱ्यांचे मजूर बनले किंवा गावे सोडून शहरांत येऊन मोलमजुरी करू लागले. इंग्लंडच्या

राष्ट्रीय उत्पादनाचा निम्मा भाग हा व्यापार, कारखानदारी, तसेच भाडेपट्टी व इतर सेवांचा मोबदला यांमधून येत होता. व्यापारात गुंतवणूक हे शासनकर्ते व अमीर उमरावांचे उत्पन्नाचे महत्त्वाचे साधन बनले होते. भांडवलदारी अर्थव्यवस्थेची बीजे इथे चांगलीच रुजली होती.

इथे युरोप किंवा विशेषतः ग्रेट ब्रिटनवर लक्ष केंद्रित करण्याचे कारण म्हणजे मानवी इतिहासातील पुढची महत्त्वाची क्रांती - औद्योगिक क्रांती - इथून सुरू झाली. आपण पूर्वी पाहिले आहे की शेतीची क्रांती ही जगात सात ठिकाणी स्वतंत्रपणे सुरू झाली. पण औद्योगिक क्रांती मात्र या एकाच ठिकाणी झाली आणि त्याचे पडसाद जगभर उमटले. ग्रेट ब्रिटनमध्ये दगडी कोळशाचे साठे सापडले आणि वाफेच्या शक्तीचे यांत्रिकी शक्तीत रूपांतर करणाऱ्या यंत्राचा आविष्कार झाला व या दोन्ही घटनांनी औद्योगिक क्रांतीला चालना मिळाली, अशा प्रकारचे विवेचन इतिहासाच्या पुस्तकांमध्ये मांडलेले असते. पण यात इतर अनेक घटकांचे योगदान आहे.

जगातले अगदी पहिले वाफेवर चालणारे यंत्र १६व्या शतकात तुर्कस्तानात बनवले गेले होते. एका उमरावाच्या घरी मेजवानीच्या वेळी विस्तवावर सळईवर चढवलेला एक अख्खा बोकड भाजण्यासाठी हळूहळू फिरवण्याच्या कामी हे यंत्र वापरले गेले होते, असा उल्लेख एका तुर्की पुस्तकात आला आहे. पण या शोधाचा अशा चैनीपेक्षा अधिक वापर इस्लामी जगतातील कोणत्याच साम्राज्यात (तुर्कस्तानातील ऑटोमान साम्राज्य, पर्शियातील साफाविड साम्राज्य आणि भारतातील मोगल साम्राज्य) झाला नाही. या साम्राज्यांमधील आविष्कारक हे सम्राट आणि आमिर-उमरावांसाठी काम करत होते. हाताने काम करणाऱ्या कारागिरांद्वारे व कामगारांद्वारे धनिकांना लागणाऱ्या सर्व वस्तू व सेवा सहजगत्या उपलब्ध असताना त्यांना यांत्रिकीकरण व औद्योगिकीकरणात रस असण्याचे काहीच कारण नव्हते.

१४व्या शतकापर्यंत चीनमध्ये अनेक नवनवीन आविष्कार झाले होते किंबहुना नवी तंत्रे विकसित करण्याची काहीशे वर्षांची परंपरा चीनमध्ये होती. १०व्या शतकातच चीनमध्ये कोळशाचा वापर करून स्टीलनिर्मितीचा उद्योग सुरू झालेला होता. १०व्या शतकात चीनमध्ये घड्याळाचा आविष्कारही झालेला होता. पण मग तिथे औद्योगिक क्रांती का झाली नाही? आधी म्हटल्याप्रमाणे युरोपियनांच्या आगेमागेच चीनमधील सम्राटांनी सागरी मोहिमाही सुरू केल्या पण पुढे खर्चामुळे त्या बंद करण्याचा त्यांनी निर्णय घेतला. चीनमध्ये औद्योगिक क्रांतीला चालना मिळणारे बरेच घटक असूनही तिथे औद्योगिकीकरण का झाले नाही याला अनेक कारणे आहेत. त्यातील प्रमुख कारणे पुढीलप्रमाणे -



चीनमध्ये रस्त्यावर कसरती करणाऱ्या डोंबाऱ्यांचे १७व्या शतकातील चित्र (स्रोत – एनवायपीएल पब्लिक डोमेन आर्काइव)

- १३०० ते १७०० या कालावधीत युरोपच्या तुलनेत चीनच्या लोकसंख्येत झालेली वाढ कितीतरी जास्त होती. त्यामुळे यांत्रिकीकरणापेक्षा जास्तीत जास्त हातांना काम देणे चीनसाठी अधिक गरजेचे होते.
- चीनमधील राज्यकर्त्यांनी राजकीय स्थैर्याला जास्त महत्त्व दिले होते. त्यामुळे जैसे थे परिस्थिती राखण्यावर भर होता. नवे आविष्कार व उद्योजकता हे नेहमीच बसलेली घडी विस्कटवून टाकतात.
- याच कारणासाठी तेथील शिक्षणही प्रश्न विचारण्याला व स्वतंत्र विचार करण्याला मज्जाव करणारे होते.

- चीन स्वतःच्या अंतर्गत साधनसामुग्रीवरच समृद्ध होता. इतर देशांशी व्यापारी संबंध हे त्यांच्यासाठी आवश्यक नव्हते. त्यांच्याकडील उत्पादने इतर देशांना हवी होती तोवर चीनचा बाहेरील देशांशी व्यापार भरभराटीत होता, पण त्यांना इतर देशांकडून काहीच नको होते.

या व इतर काही कारणांमुळे चीनमध्ये औद्योगिक क्रांती झाली नाही. याउलट ग्रेट ब्रिटन व पश्चिम युरोपमध्ये औद्योगिकीकरणासाठी अनेक अनुकूल गोष्टी एकाचवेळी घडून आल्या. या कोणत्या व त्यात बाकीच्या जगातील घडामोडींचाही कसा हात होता याचा ऊहापोह करूया पुढील लेखात.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड ख्रिश्चन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या 'बिग हिस्टरी - बिट्विन नथिंग अँड एव्हरिथिंग' या पुस्तकाचा आधार घेण्यात आला आहे.

§§§

लेखक : **प्रियदर्शिनी कर्वे,** संचालक, समुचित एन्व्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इ-मेल : pkarve@samuchit.com

(कळीचे शब्द: सामूहिक ज्ञाननिर्मिती, गुटेनबर्ग छपाई यंत्र, औद्योगिक क्रांती, वाफेवर चालणारे यंत्र, ग्रेट ब्रिटन, युरोप, तुर्कस्तान, चीन)

इ- शैक्षणिक संदर्भ

सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध

- २०१८ पासून आम्ही शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करण्याची सुरुवात केली आणि आपला त्यास भरघोस प्रतिसाद मिळतो आहे त्याबद्दल धन्यवाद.
- आपल्याला इ-अंक हवा असल्यास संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवरून (www.sandarbhsociety.org) डाऊनलोड करू शकता, किंवा sandarbh.marathi@gmail.com या इ-मेलवर आपला इ-मेल पत्ता व व्हॉट्सप क्रमांक आम्हाला कळवावा.
- इ-अंक करताना छपाई खर्च जरी वाचला तरी डीटीपी, कार्यालयीन खर्च, लेखा परीक्षण असे अनेक खर्च आहेतच. देणगी रूपाने आपण या खर्चाचा भार उचलू शकता. त्यासाठी आपणास विनंती आहे की, आपला सहभाग वार्षिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवावा. देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.
- देणगीसाठी तपशील
  - ❖ रोख रक्कम कार्यालयात जमा करू शकता.
  - ❖ चेक किंवा डी डी : 'संदर्भ सोसायटी' या नावाने पुणे येथे वटणारा असावा.
  - ❖ इ-पेमेंट : Sandarbh Society

    Account No.: 20047006634

    Bank of Maharashtra, Mayur Colony, Pune

    IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरो टेक,

६, एकता पार्क, निर्मिती शोरूमच्या मागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे- ४.

फोन: ०२०-२५४६०१३८ (स. १० ते संध्या. ५, सोम. ते शनि.)